

Implementasi Model MDLC pada Media Pembelajaran Interaktif Informatika ‘Synet’ untuk Siswa Kelas VIII SMPN 1 Purwakarta

Jasmine Nayla Hafiez, Ulva Elviani*

Pendidikan Sistem dan Teknologi Informasi, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

*Corresponding Author: ulva@upi.edu

Dikirim: 16-04-2026; Direvisi: 26-04-2026; Diterima: 28-04-2026

Abstrak: Kajian ini difokuskan terhadap upaya pengembangan dari aplikasi game edukasi Synet sebagai media pembelajaran secara interaktif terhadap materi pengantar jaringan komputer terhadap peserta didik kelas 8 di SMP Negeri 1 Purwakarta. Upaya pengembangan dilaksanakan dengan mengaplikasikan model *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) versi Luther-Sutopo yang mencakup 6 tahapan, yakni konsep, desain, pengumpulan materi, m assembly, testing, dan juga upaya distribusi. Subjek yang dilibatkan dalam kajian ini yakni total 30 peserta didik dari kelas 8 SMP Negeri 1 Purwakarta. Upaya pengumpulan data dilaksanakan berdasar pada kajian literatur upaya wawancara dan upaya pengisian kuesioner dengan mengaplikasikan instrumen angket validasi dari ahli materi, ahli media, serta *System Usability Scale* (SUS), yang selanjutnya dianalisis dengan pendekatan deskriptif kuantitatif berbasis perhitungan persentase kelayakan. Aplikasi Synet dinyatakan berhasil dikembangkan sebagai media pembelajaran interaktif berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh. Validasi oleh ahli materi dan ahli media menghasilkan rata-rata skor 84%, sehingga aplikasi ini termasuk dalam kategori sangat layak. Adapun pengujian menggunakan SUS menunjukkan skor rata-rata 84,08 dengan *Grade Scale B*, yang diklasifikasikan ke dalam kategori *Acceptable* dan *Adjective Rating Excellent*, mengindikasikan bahwa aplikasi ini tidak hanya mudah digunakan tetapi juga memiliki kualitas usability yang tinggi. Atas dasar temuan-temuan tersebut, aplikasi Synet direkomendasikan sebagai media pembelajaran pendukung yang berpotensi mendorong interaktivitas dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran informatika, sekaligus hadir sebagai alternatif sumber belajar di lingkungan kelas.

Kata Kunci: Game Edukasi; Jaringan Komputer; Media Pembelajaran; Informatika; MDLC.

Abstract: This study focuses on the development efforts of the Synet educational game application as an interactive learning media for the Introduction to Computer Networks material for 8th grade students at SMP Negeri 1 Purwakarta. The development efforts were carried out by applying the *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) model of the Luther-Sutopo version which includes 6 stages, namely *concept, design, related to material collection, regarding assembly, related to testing, and also distribution*. The subjects involved in this study were a total of 30 students from 8th grade of SMP Negeri 1 Purwakarta. Data collection efforts were carried out based on literature reviews, interview efforts, and efforts to fill out questionnaires by applying validation questionnaire instruments from material experts, media experts, and the *System Usability Scale* (SUS), which were then analyzed using a quantitative descriptive approach based on the calculation of the percentage of feasibility. The Synet application was declared successfully developed as an interactive learning media based on the research results obtained. Validation by material experts and media experts produced an average score of 84%, so this application is included in the very feasible category. The SUS test showed an average score of 84.08 with a *Grade Scale of B*, which is classified into the *Acceptable* and *Adjective Rating Excellent* categories, indicating that this application is not only easy to use but also has high usability quality. Based on these findings, the Synet application is recommended as a supporting learning media that has the

potential to encourage student interactivity and involvement in informatics learning, while also being present as an alternative learning resource in the classroom environment.

Keywords: Educational Game; Computer Networks; Learning Media; Informatics; MDLC.

PENDAHULUAN

Pembelajaran informatika sangat berkontribusi besar untuk memberikan siswa pengetahuan dan kemampuan yang diperlukan di era digital ini (Gousiou & Grammenos, 2023; Wardani et al., 2024). Selain untuk memahami dasar-dasar teknologi, siswa yang mempelajari informatika dituntut untuk mampu berpikir secara logis, sistematis, dan adaptif dalam menghadapi teknologi yang terus berkembang (Li et al., 2020). Namun, dalam pelaksanaannya, pembelajaran informatika masih menghadapi berbagai tantangan, khususnya dalam penyampaian materi yang bersifat konseptual dan memerlukan pemahaman yang mendalam dari siswa. Oleh karena itu, diperlukan strategi pembelajaran yang tepat agar materi dapat disampaikan secara lebih efektif dan mudah dipahami.

Salah satu strategi yang potensial untuk mengatasi tantangan tersebut adalah pemanfaatan media pembelajaran interaktif, khususnya game edukasi (Nurhikmah et al., 2024). Selain menyajikan materi melalui visualisasi, media ini juga menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan sambil mendorong keterlibatan aktif siswa (Faijah et al., 2022). Dengan demikian, konsep-konsep abstrak seperti aliran data dan topologi jaringan bisa ditampilkan secara lebih konkret, sehingga memudahkan siswa menguasai materi yang rumit. Berbagai studi sebelumnya membuktikan bahwa game edukasi berhasil meningkatkan motivasi belajar siswa, memperkaya pemahaman mereka, serta mendukung penguasaan materi secara mendalam (Pane et al., 2017). Meskipun demikian, penerapannya di kelas masih terbatas meski potensinya sangat besar (Huang et al., 2019). Untuk itu, pemanfaatan teknologi game edukasi dapat mengoptimalkan pembelajaran informatika agar lebih efektif, menarik, dan relevan dengan karakteristik siswa (Anwar & Jasiah, 2025).

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan efektivitas pengembangan media pembelajaran interaktif dan game edukasi menggunakan model pengembangan yang beragam, seperti penelitian dengan model ADDIE pada media pembelajaran POKAMATH yang menunjukkan bahwa media yang dihasilkan memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi serta dinilai praktis untuk digunakan sebagai sumber belajar (Astuti et al., 2021). Penelitian lain dengan model 4D juga menghasilkan media pembelajaran yang berfokus pada *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) yang memperoleh penilaian sangat baik dari ahli materi, ahli media, pendidik, dan peserta didik (Latifah et al., 2020). Di sisi lain, model GDLC diterapkan dalam pengembangan game Fun Learning dan menunjukkan hasil positif dalam meningkatkan keaktifan, minat belajar, serta rasa ingin tahu siswa (Apriani et al., 2024). Sementara itu, penerapan model MDLC juga menunjukkan keberhasilan dalam menghasilkan aplikasi multimedia interaktif yang fungsional dan dapat mendukung penyampaian materi pembelajaran secara lebih menarik dan efektif (Febriansyah & Sumaryana, 2021).

Meskipun berbagai model pengembangan tersebut telah menunjukkan hasil yang baik, penelitian ini memiliki fokus yang berbeda dibandingkan penelitian sebelumnya. Sebagian besar studi sebelumnya lebih menekankan pengembangan media pembelajaran secara umum atau game edukasi untuk tingkat sekolah dasar.



Sementara itu, materi jaringan komputer pada tingkat sekolah menengah memiliki karakteristik yang lebih kompleks karena memuat konsep-konsep abstrak, seperti proses transmisi data dan topologi jaringan, yang memerlukan visualisasi yang lebih jelas agar mudah dipahami siswa. Dalam pengembangannya, penggunaan *Unity Engine* sebagai platform membutuhkan pengelolaan aset digital serta alur interaksi yang tersusun dengan baik. Oleh karena itu, model *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) dipilih karena tahap *Material Collecting* dan *Assembly* dinilai sesuai untuk mendukung pengembangan game edukasi yang menggabungkan berbagai elemen multimedia secara terstruktur (Atun et al., 2024). Dengan demikian, model ini dianggap tepat untuk mengembangkan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa pada jenjang sekolah menengah pertama.

Walaupun berbagai pendekatan dan model pengembangan telah dirancang, permasalahan dalam memahami materi jaringan komputer masih menjadi tantangan dalam proses pembelajaran. Konsep abstrak semacam alur data pada topologi jaringan serta proses pengiriman data antar perangkat kerap sulit dipahami karena sifatnya yang abstrak dan tidak mudah divisualisasikan (Hutahaean et al., 2022). Kondisi serupa juga ditemukan pada materi *IP Adress*, di mana siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami materi yang disajikan (Nugraha et al., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi berbasis visual dalam pembelajaran menjadi penting, agar siswa tidak hanya menerima informasi, tetapi juga dapat terlibat aktif dalam mengeksplorasi materi secara mandiri, sehingga pemahaman, daya ingat, dan hasil belajar dapat meningkat.

Kesenjangan antara kebutuhan strategi yang efektif dan realitas di kelas ditemukan pada materi pengantar jaringan komputer. Observasi selama kegiatan praktik lapangan di SMP Negeri 1 Purwakarta mengungkapkan bahwa siswa masih kesulitan menguasai materi tersebut. Hal tersebut tampak pada hasil upaya evaluasi yang menyajikan pemahaman bahwa sebagian besar dari peserta didik masih memperoleh nilai di bawah KKM sebesar 78. Selain itu, hasil peninjauan ulang materi dan respons dari siswa menunjukkan bahwa beberapa bagian dari materi tersebut masih kurang jelas. Masalah ini menunjukkan perlunya dukungan pembelajaran yang dapat membantu siswa lebih memahami materi secara lebih efektif, menarik, dan interaktif.

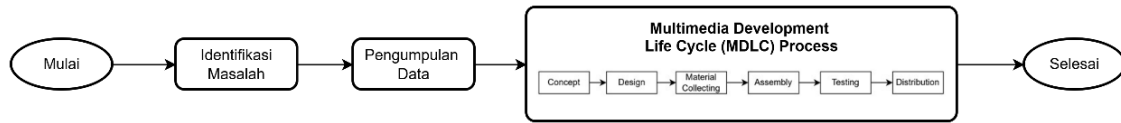
Berdasar pada tantangan dan kesenjangan kajian yang telah dijelaskan, tujuan dari kajian ini yakni untuk dapat dikembangkannya media pembelajaran secara interaktif berupa game edukasi terhadap materi pengenalan jaringan komputer dengan diimplementasikannya model MDLC. Pengembangan ini diharapkan dapat menghasilkan media pembelajaran yang inovatif bagi siswa kelas VIII di SMP Negeri 1 Purwakarta, yang tidak hanya mampu meningkatkan motivasi belajar sekaligus membantu siswa dalam pemahaman konsep yang lebih mendalam guna mendukung pencapaian ketuntasan belajar yang telah ditetapkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development (R&D)* untuk menghasilkan atau menyempurnakan suatu produk, sebagaimana didefinisikan Sugiyono (2015). Model pengembangan yang digunakan adalah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) versi Luther-Sutopo. Model ini dipilih karena memiliki alur kerja yang sistematis dan relevan untuk pembuatan media



pembelajaran berbasis multimedia interaktif. Fokus penelitian tertuju pada pengembangan game edukasi Synet sebagai media pembelajaran informatika untuk siswa kelas VIII di SMP Negeri 1 Purwakarta.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan Upaya pengembangan yang diaplikasikan dalam kajian ini ditunjukkan pada gambar 1.

Teknik Pengumpulan Data

Kajian ini mengumpulkan data berdasar pada tiga mekanisme utama, yakni kajian literatur, upaya wawancara, serta kuesioner. Kajian literatur dilaksanakan dengan ditelaahnya berbagai sumber yang memiliki relevansi, seperti terkait pada bahan ajar, terkait pada alur tujuan pembelajaran (ATP), modul ajar guna memastikan materi pengenalan jaringan komputer dan internet pada aplikasi Synet memenuhi standar kompetensi kelas VIII. Wawancara dengan guru pelajaran dilakukan untuk mempelajari lebih lanjut tentang kebutuhan materi, karakteristik siswa, dan kondisi belajar untuk memperoleh informasi mengenai kebutuhan materi, kondisi pembelajaran, dan karakteristik siswa.

Aplikasi yang dihasilkan kemudian dievaluasi melalui angket kuisisioner, meliputi validasi ahli materi, validasi ahli media, dan respons peserta didik. Validasi ahli difokuskan pada aspek isi materi serta desain visual media untuk menilai kelayakannya, sedangkan kuisisioner peserta didik digunakan untuk mengumpulkan umpan balik tentang penggunaan media pembelajaran yang dihasilkan.

Guna memudahkan proses penilaian pada tahap validasi, disusun instrumen yang mencakup indikator untuk aspek materi dan media sebagai acuan dalam menguji kelayakan aplikasi hasil pengembangan. Instrumen validasi disusun secara terpisah sesuai dengan bidang keahlian, yaitu untuk ahli materi dan media. Rincian dari instrumen validasi materi tersaji pada tabel 1.

Tabel 1. Instrumen Validasi Materi

Aspek	Pernyataan
Aspek Kelayakan Substansi (Materi)	Relevansi materi dengan kurikulum/SK/KD
	Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik
	Relevan dengan apa yang harus dipelajari siswa
	Kejelasan materi
	Kedalaman materi
	Pilihan jawaban homogen dan logis
	Dapat digunakan untuk belajar mandiri
	Kemudahan untuk dipahami
	Penggunaan media dapat menarik minat siswa
	Komunikatif dan interaktif

Kemudian, instrumen validasi ahli media dilakukan penyusunan untuk dapat dinilainya aspek dari tampilan dan juga kualitas jaringan media pembelajaran yang dikembangkan. Rincian instrumen dari validasi ahli dapat ditinjau berdasar pada tabel 2.

Tabel 2. Instrumen Validasi Media

Aspek	Pernyataan
Tampilan Media	Tampilan aplikasi menarik dan sesuai untuk siswa
	Pemilihan warna nyaman dilihat
	Jenis dan ukuran huruf mudah dibaca
	Tata letak tampilan rapi dan konsisten
Kemudahan Penggunaan	Aplikasi mudah dijalankan
	Menu dan fitur mudah dipahami
	Alur penggunaan aplikasi jelas
	Aplikasi merespons perintah pengguna dengan baik
Penggunaan Multimedia	Gambar dan video mendukung pemahaman materi
	Kualitas video dan audio jelas
	Multimedia meningkatkan ketertarikan belajar
Penyajian Media Pembelajaran	Media pembelajaran sesuai materi yang dibahas
	Media yang disajikan sistematis
	Penyajian media membantu pemahaman siswa

Instrumen *System Usability Scale* (SUS) di aplikasikan untuk dapat diukur nya persepsi dari penggunaan pada tingkatan kegunaan aplikasi, dengan berfokus terhadap kemudahan pengguna berdasar pada pernyataan yang ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Butir Pernyataan SUS

No	Pernyataan
1.	Saya berpikir akan memanfaatkan sistem ini lagi
2.	Saya merasa sistem tersebut rumit untuk diaplikasikan
3.	Saya merasa bahwa sistem tersebut mudah untuk diaplikasikan
4.	Saya membutuhkan bantuan dari individu lain atau pihak teknis dalam mengaplikasikan sistem tersebut
5.	Saya merasa fitur-fitur yang tersedia pada sistem ini beroperasi dengan secara Semestinya
6.	Saya merasa hadir banyak hal yang tidak memiliki konsistensi seperti tidak serasinya pada sistem ini
7.	Saya merasa individu lain akan memahami mekanisme untuk mengaplikasikan sistem tersebut dengan cepat
8.	Saya merasa sistem tersebut membingungkan
9.	Saya merasa tidak adanya hambatan dalam mengaplikasikan sistem tersebut
10.	Saya perlu membiasakan diri secara terlebih dahulu sebelum mengaplikasikan sistem tersebut

Teknik Analisis Data

Hasil dari angket kuisioner dianalisis memakai teknik analisis deskriptif kuantitatif. Penilaian mencakup perhitungan nilai persentase untuk mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran yang dikembangkan. Penilaian angket dalam penelitian ini menggunakan lima pilihan jawaban, mulai dari penilaian terendah hingga tertinggi. Ketentuan penilaian tersebut mengacu pada skala penilaian menurut (Sugiyono, 2015), sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Skala Penilaian Angket

Kategori	Skala
Sangat Kurang	1
Kurang Baik	2
Cukup	3



Baik	4
Sangat Baik	5

Skor yang diperoleh dari hasil penilaian kemudian dihitung dalam bentuk persentase untuk menentukan tingkat kelayakan media pembelajaran. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai persentase ditunjukkan sebagai berikut

$$P = \frac{R}{R_{max}} \times 100\%$$

dengan P sebagai nilai kelayakan tiap aspek, R sebagai skor keseluruhan yang dicapai, dan R_{max} sebagai skor maksimum.

Persentase yang didapatkan selanjutnya diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan media pembelajaran berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh (Arikunto, 2020), sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kategori Kelayakan Media

Kategori	Persentase
Sangat Kurang Layak	0% - 20%
Kurang Layak	21% - 40%
Cukup Layak	41% - 60%
Layak	61% - 80%
Sangat Layak	81% - 100%

Karakteristik tersebut diaplikasikan sebagai pedoman dalam upaya ditentukannya tingkatan kelayakan dari aplikasi yang dilakukan pengembangan dengan berdasar pada hasil validasi ahli dan respon pengguna.

Prosedur Pengembangan

Pengembangan game edukasi Synet dalam penelitian ini mengadopsi model *Multimedia Development Life Cycle* versi Luther-Sutopo yang terdiri atas enam tahapan yaitu *concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution* (Luther, 1994 dalam Sutopo, 2003). Berikut adalah uraian dari setiap tahapan yang dilaksanakan.

Concept

Dalam tahapan pertama, konsep untuk aplikasi Synet dirancang sebagai media pembelajaran interaktif yang dimaksudkan untuk membantu siswa kelas VIII Sekolah Menengah Pertama dalam memahami materi pengantar jaringan komputer dan internet. Aplikasi ini dirancang dengan mempertimbangkan karakteristik siswa yang membutuhkan media pembelajaran interaktif serta mudah dipahami. Selanjutnya, dilakukan analisis kebutuhan sistem yang mencakup kebutuhan pengguna dan kebutuhan fungsional aplikasi. Berdasarkan hasil perumusan konsep tersebut, fitur utama yang dikembangkan dalam Synet terdiri dari penyajian materi, kuis interaktif, video pembelajaran, serta simulator sederhana jaringan komputer guna mendukung visualisasi topologi jaringan. Selain itu, pada tahap *concept* juga ditetapkan spesifikasi perangkat yang diperlukan untuk mengakses aplikasi Synet, sebagaimana disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Spesifikasi Minimum Perangkat

Komponen	Spesifikasi Minimum
Sistem Operasi	Windows 8/10/11 (64 bit) atau setara
Processor	Intel Core i3 atau setara
RAM	4 GB



Penyimpanan

Ruang kosong minimal 500 mb

Hasil dari tahap ini kemudian menjadi dasar dalam proses perancangan dan pengembangan aplikasi pada tahap selanjutnya.

Design

Storyboard dibuat selama tahap *design* untuk membantu memvisualisasikan naskah dan ide (Jusniani et al., 2025). Kemudian berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah ditentukan, struktur navigasi juga dirancang untuk menunjukkan alur antar fitur atau halaman (Valasta et al., 2021).

Material Collecting

Proses memperoleh berbagai bahan dan komponen pendukung yang dibutuhkan untuk pembuatan aplikasi Synergi adalah bagian dari tahap ini. Materi yang digunakan difokuskan pada pengenalan jaringan komputer untuk siswa kelas VIII SMP yang bersumber dari berbagai referensi yang relevan. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan elemen multimedia yang digunakan dalam pengembangan aplikasi, seperti desain antarmuka, ilustrasi, dan video pembelajaran dengan bantuan beberapa aplikasi pendukung.

Assembly

Tahapan ini dilakukan berdasarkan hasil perancangan pada tahapan sebelumnya yaitu *storyboard* dan struktur navigasi. Pada tahap ini, aplikasi dibangun menggunakan *software* Unity Engine. Pemilihan unity didasarkan pada kemampuannya yang memungkinkan integrasi berbagai elemen seperti gambar, audio visual, serta komponen interaktif lainnya (Prasetyo et al., 2021).

Testing

Tahap ini dilaksanakan setelah tahap *assembly* selesai dilakukan. Pengujian sistem dilakukan menggunakan pendekatan *User Acceptance Testing* (UAT) yaitu *alpha testing* dan *beta testing*.

a. Alpha Testing

Alpha testing mencakup pengujian fungsionalitas sistem secara internal melalui metode *black box testing*. Menurut Febiharsa et al. (2019), teknik *black box* ini sangat efektif karena dapat diterapkan pada berbagai tingkatan pengujian, mulai dari unit, integrasi, sistem, hingga tahap penerimaan. Bersamaan dengan pengujian fungsional, validasi dilakukan pada tahap ini oleh ahli materi dan media untuk mengevaluasi kesesuaian isi materi dan kualitas aplikasi (Suhana & Wardani, 2022).

b. Beta Testing

Selanjutnya, *beta testing* dilakukan dengan melibatkan pengguna sebagai responden guna memperoleh umpan balik terkait performa dan kemudahan penggunaan sistem. 30 siswa kelas VIII SMP berpartisipasi dalam pengujian ini.

System Usability Scale (SUS) adalah instrumen yang digunakan dalam pengujian ini untuk memastikan bahwa aplikasi berfungsi secara optimal, layak digunakan, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Distribution

Tahap distribusi adalah tahap akhir yang dilakukan setelah sistem atau aplikasi dinyatakan layak atau dapat digunakan melalui tahap pengujian. Pada tahap ini, aplikasi disimpan ke dalam media penyimpanan yang telah ditentukan. Jika ukuran



file aplikasi melebihi kapasitas yang tersedia, langkah kompresi dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat tersimpan secara optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini disajikan berdasarkan tahapan pengembangan game edukasi Synet menggunakan model MDLC. Temuan yang diperoleh pada setiap tahap pengembangan dijelaskan secara rinci dalam bagian ini sebagai bentuk implementasi dari proses penelitian yang telah dilakukan.

Concept

Pengguna utama aplikasi Synet adalah siswa kelas VIII di SMP Negeri 1 Purwakarta. Pada tahap awal, dilakukan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi persyaratan sistem dan penggunaannya. Temuan dari analisis ini digunakan dalam pengembangan sistem fungsional maupun non fungsional, yang menjadi dasar untuk pembuatan aplikasi Synet. Kebutuhan tersebut kemudian disajikan dalam Tabel 7 di bawah ini


Tabel 7. Analisis Kebutuhan Sistem

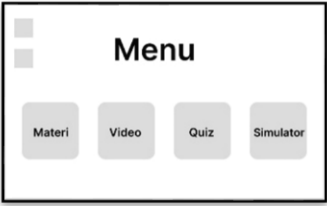
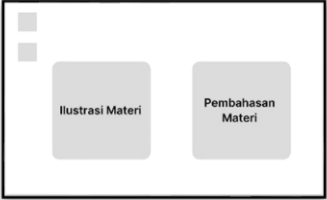
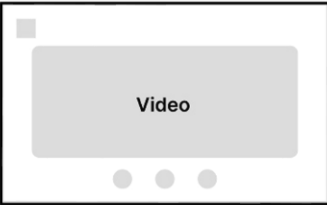

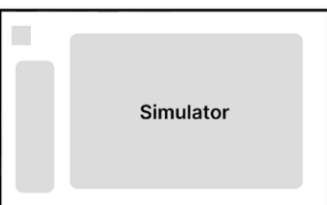
Jenis Kebutuhan	Deskripsi
Fungsional	Aplikasi dapat menampilkan halaman utama
	Aplikasi dapat menampilkan menu materi
	Aplikasi dapat menampilkan kuis
	Aplikasi dapat memproses jawaban pengguna
	Aplikasi dapat menampilkan hasil kuis
	Aplikasi menyediakan navigasi antarhalaman
	Aplikasi dapat menampilkan video pembelajaran
Non Fungsional	Aplikasi menarik secara visual dan mudah untuk digunakan
	Aplikasi mudah digunakan oleh siswa
	Aplikasi menampilkan elemen visual dan audio dengan baik
	Aplikasi menggunakan bahasa yang mudah dipahami
	Aplikasi dapat dijalankan pada perangkat yang mendukung

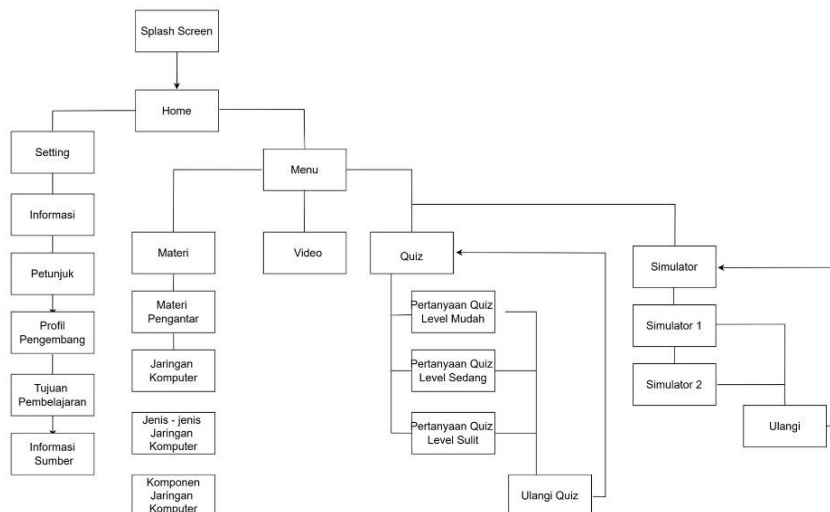
Design.

Pada tahap design dihasilkan rancangan *storyboard* yang digunakan sebagai panduan dalam menentukan alur dan isi setiap tampilan aplikasi Synet, yang disajikan pada Tabel 8. Selain itu, dihasilkan struktur navigasi yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antarhalaman dalam aplikasi Synet, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 8. Storyboard Synet

Fitur	Deskripsi
	Menampilkan halaman home dan terdaat button untuk mengakses ke halaman menu.

	<p>Fitur menu yang berisi akses ke fitur utama Synet (materi, video, quiz, dan simulator).</p>
	<p>Fitur materi yang menyajikan materi pengenalan jaringan komputer, jenis – jenis, hingga komponen jaringan komputer</p>
	<p>Fitur video yang menampilkan video pembelajaran tentang pengenalan jaringan komputer</p>
	<p>Fitur quiz yang menyajikan 3 level kesulitan (mudah, sedang, sulit)</p>
	<p>Fitur simulator yang menyediakan ruang praktik topologi jaringan komputer</p>



Gambar 2. Struktur Navigasi Synet



Material Collecting

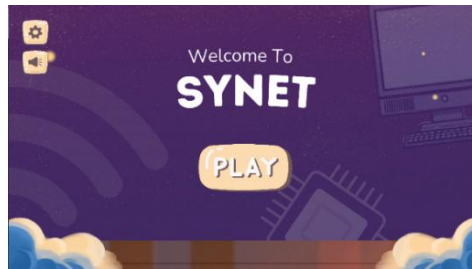
Pada tahap *material collecting* diperoleh berbagai materi pembelajaran dan elemen multimedia yang digunakan dalam pengembangan aplikasi Synet. Rincian materi dan elemen multimedia tersebut disajikan pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Materi dan Elemen Multimedia

No	Jenis	Sumber	Keterangan
1	Materi Pembelajaran	Buku paket informatika kelas VII (Natali et al., 2021)	Digunakan sebagai pedoman utama dalam penyusunan materi pengantar jaringan komputer dan internet
2	Materi tambahan	Artikel pembelajaran jaringan komputer – Rifki Kuntoro Aldi (Aldi, 2024) dan (Prameswari, 2024)	Digunakan sebagai referensi tambahan terkait konsep dasar jaringan komputer dan internet
3	Desain antarmuka (UI)	Canva	Digunakan untuk merancang tampilan aplikasi Synet
4	Ilustrasi atau gambar	Google	Digunakan untuk mencari gambar yang relevan dengan materi
5	Video pembelajaran	YouTube, (TnT Tutorial)	Video “Mengenal Jenis Jaringan Komputer (LAN, MAN, WAN)” sebagai visualisasi materi

Assembly

Hasil dari tahap ini berupa aplikasi Synet yang telah memiliki tampilan antarmuka dan fitur utama yang dapat dijalankan. Implementasi pada tahap *assembly* meliputi pembuatan halaman pembuka, menu utama, materi pembelajaran, video, kuis, hingga simulator jaringan komputer. Uraian hasil implementasi dari masing-masing bagian aplikasi dijelaskan di bawah ini.



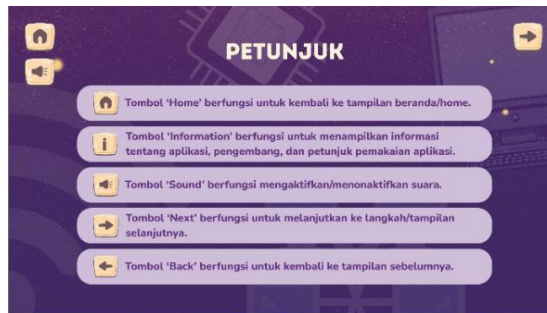
Gambar 3. Home

Gambar 3 adalah tampilan halaman home yang menampilkan judul dan button play. Terdapat button informasi di pojok kiri atas yang berfungsi menampilkan setting aplikasi dan button sound untuk mengaktifkan atau mematikan backsound.



Gambar 4. Informasi Aplikasi

Gambar 4 adalah tampilan halaman informasi yang terdiri dari informasi aplikasi. Untuk menuju ke halaman berikutnya, pengguna dapat mengklik *button next*.



Gambar 5. Petunjuk Button Umum

Gambar 5 adalah tampilan halaman petunjuk button umum aplikasi Synet dan terdapat button next untuk pindah ke halaman selanjutnya.



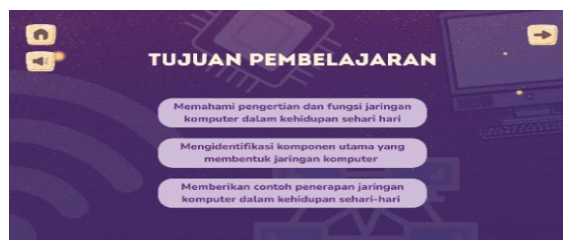
Gambar 6. Petunjuk Button Fitur

Gambar 6 adalah tampilan halaman petunjuk button fitur aplikasi Synet dan terdapat button next untuk pindah ke halaman selanjutnya.



Gambar 7. Profil Pengembang

Gambar 7 adalah tampilan halaman informasi profil pengembang dan terdapat button next untuk pindah ke halaman selanjutnya.



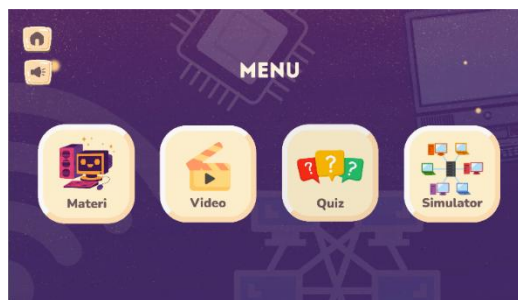
Gambar 8. Tujuan Pembelajaran

Gambar 8 adalah tampilan halaman tujuan pembelajaran dari aplikasi Synet dan terdapat button next untuk pindah ke halaman selanjutnya.



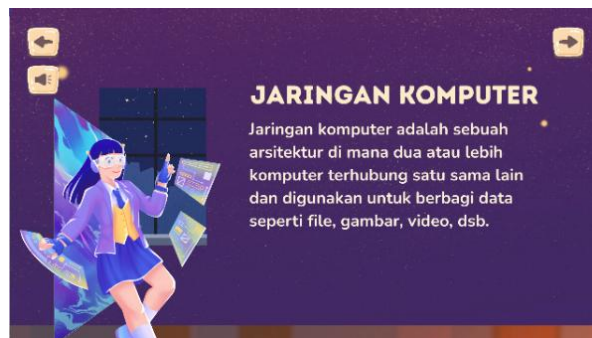
Gambar 9. Informasi Sumber

Gambar 9 adalah tampilan halaman informasi sumber aplikasi Synet dan terdapat button home untuk pindah ke halaman home.



Gambar 10. Menu Aplikasi Synet

Gambar 10 adalah tampilan halaman menu Synet yang menampilkan menu materi, video, quiz, video, dan simulator. Terdapat button home dan button sound untuk mengaktifkan atau menonaktifkan backsound.



Gambar 11. Pengantar Materi Jaringan Komputer

Gambar 11 adalah tampilan sebelum masuk ke penjelasan materi jaringan komputer.



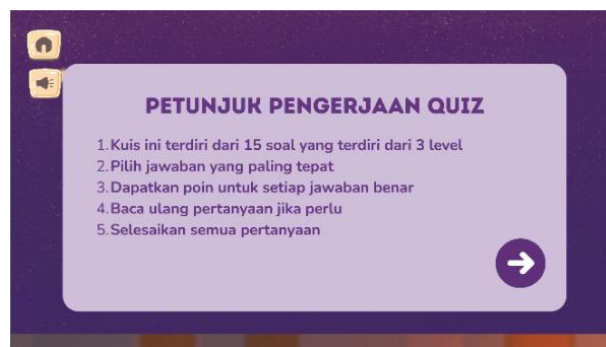
Gambar 12. Penjelasan Materi

Gambar 12 adalah tampilan halaman pengertian jaringan komputer. Pada halaman ini pengguna dapat beralih ke halaman materi sebelum dan selanjutnya seperti materi komponen dan jenis – jenis jaringan computer menggunakan button back dan next.



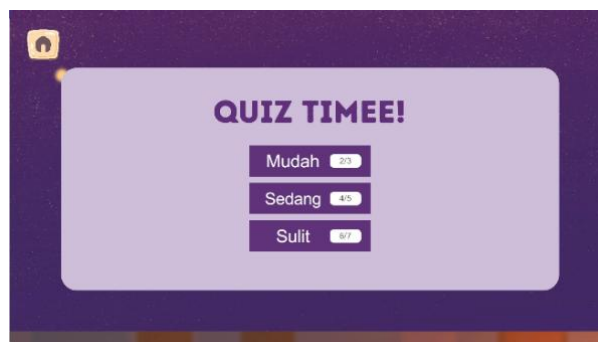
Gambar 13. Video

Gambar 13 adalah tampilan saat pengguna mengklik button video di halaman menu. Pengguna dapat mengklik empat button yaitu *button play* untuk memulai video, *button pause* untuk menjeda, *button stop* untuk memberhentikan video, dan *button home* untuk kembali ke halaman utama. Pengguna juga bisa menggeser titik untuk menonton video di bagian yang diinginkan.



Gambar 14. Petunjuk Quiz

Gambar 14 adalah tampilan saat pengguna mengklik button quiz, terdapat petunjuk sebelum masuk ke pengerjaan quiz. Jika pengguna mengklik button next yang berada di bawah, pengguna akan diarahkan ke menu level yang terdiri dari tiga level. Pengguna juga dapat kembali ke tampilan home dengan mengklik button home.



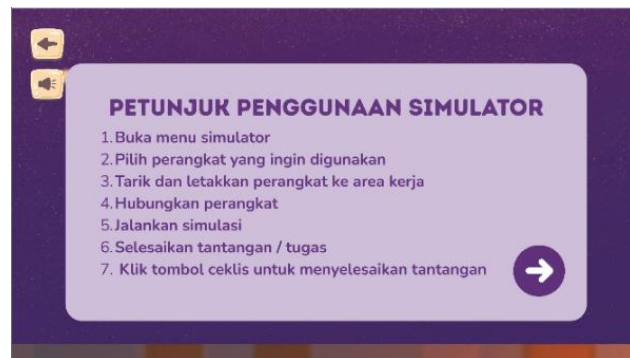
Gambar 15. Level Quiz

Pada gambar 15 ditunjukkan tampilan pemilihan level kuis yang terdiri atas tiga tingkat kesulitan, yaitu level mudah dengan 3 soal, level sedang dengan 5 soal, dan level sulit dengan 7 soal pilihan ganda. Pengguna dapat memilih level yang diinginkan, serta tersedia tombol home untuk kembali ke halaman utama.



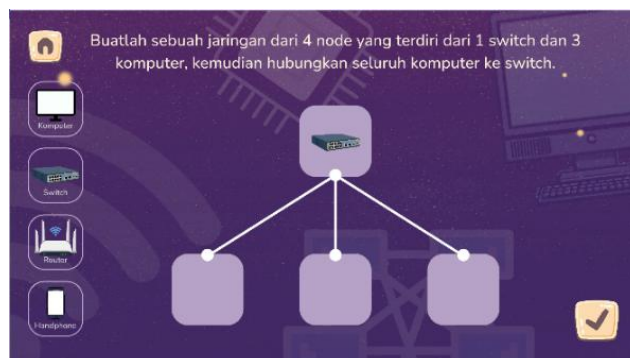
Gambar 16. Soal Quiz

Gambar 16 adalah tampilan soal quiz yang terdiri dari satu soal dan empat pilihan jawaban. Pada tampilan soal quiz, terdapat keterangan skor (yang akan bertambah setiap pengguna menjawab 1 soal dengan benar), 3 nyawa (yang disimbolkan dengan bintang), dan durasi pengerjaan pada setiap level yakni 5 menit.



Gambar 17. Petunjuk Penggunaan Simulator

Gambar 17 adalah tampilan saat pengguna mengklik button simulator, terdapat petunjuk penggunaan simulator serta button next untuk melanjutkan ke tampilan pada gambar 18.



Gambar 18. Area Simulator

Pada gambar 18 ditampilkan halaman area simulator, di mana pengguna dapat drag and drop perangkat jaringan yang tersedia pada inventory di sisi kiri ke area

kerja. Selain itu, pengguna juga dapat memeriksa kesesuaian susunan jaringan yang dibuat dengan menekan button check.



Gambar 19. Popup Pengecekan Simulator

Gambar 19 memperlihatkan tampilan umpan balik yang muncul ketika pengguna menekan tombol periksa di halaman simulator. Sistem akan menampilkan *pop-up* yang menunjukkan apakah informasi tersebut benar atau salah berdasarkan susunan jaringan yang telah dibuat.

Testing

Setelah tahap *assembly* selesai dilakukan, aplikasi Synet diuji untuk mengetahui kesesuaian fungsi dan kelayakan penggunaannya. Pengujian pada penelitian ini terdiri atas *alpha testing* dan *beta testing*. Hasil dari masing-masing pengujian dijelaskan sebagai berikut.

a. Alpha Testing

Temuan dari *alpha testing* pada aplikasi Synet dikumpulkan menggunakan pengujian *black box*, validasi oleh ahli materi pelajaran dan validasi ahli media. Rincian hasil pengujian dijelaskan di bawah ini

Tabel 7. Hasil Pengujian Black Box

No	Tampilan	Aksi Pengguna	Hasil yang diharapkan	Catatan Uji
1	Splash Screen	Membuka aplikasi	Muncul tampilan splash screen	Valid
2		Klik button sound	Sound background mati/nyala	Valid
3	Home	Klik button setting	Tampilan setting aplikasi muncul	Valid
		Klik button play	Tampilan menu aplikasi muncul	Valid
4	Informasi aplikasi	Klik button next	Tampilan petunjuk button umum muncul	Valid
5		Klik button back	Tampilan home muncul	Valid
6	Petunjuk button umum	Klik button next	Tampilan petunjuk button fitur muncul	Valid
7	Petunjuk button fitur	Klik button next	Tampilan profil pengembang muncul	Valid
8	Profil pengembang	Klik button next	Tampilan informasi sumber muncul	Valid
9	Informasi sumber	Klik button home	Tampilan home muncul	Valid
10	Menu	Klik button materi	Tampilan pembuka materi muncul	Valid
11		Klik button next	Tampilan materi 'jaringan komputer' muncul	Valid
12	Pembuka materi	Klik button home	Tampilan home muncul	Valid
13	Materi jaringan	Klik button next	Tampilan materi 'jenis – jenis	Valid



14	computer	Klik button back	jaringan komputer' muncul Tampilan pembuka materi muncul	Valid	
15	Materi jenis – jenis jaringan computer	Klik button next	Tampilan materi 'komponen jaringan komputer' muncul	Valid	
16		Klik button back	Tampilan materi 'jaringan komputer' muncul	Valid	
17	Materi komponen jaringan	Klik button back	Tampilan materi 'jenis – jenis jaringan komputer' muncul	Valid	
18		Klik button menu	Tampilan menu muncul	Valid	
19	Menu	Klik button video	Tampilan video muncul	Valid	
20	Video	Klik button play	Video diputar	Valid	
21		Klik button pause	Video dijeda	Valid	
22		Klik button stop	Video dihentikan	Valid	
23		Geser slider video	Video diputar sesuai durasi pada slider	Valid	
24	Menu	Klik button home	Tampilan home muncul	Valid	
25		Klik button quiz	Tampilan quiz muncul	Valid	
26		Klik button level; tersedia mudah, sedang, dan sulit	Tampilan pertanyaan quiz sesuai level yang dipilih	Valid	
27	Quiz	Klik opsi jawaban	Opsi jawaban yang dipilih berubah berwarna hijau jika benar dan berwarna merah jika salah	Valid	
28		Pertanyaan quiz	Mengerjakan pertanyaan sampai selesai	Tampilan ulangi muncul	Valid
29		Klik button ulangi	Tampilan quiz muncul	Valid	
30	Quiz	Klik button home	Tampilan home muncul	Valid	
31	Menu	Klik button simulator	Tampilan petunjuk penggunaan simulator muncul	Valid	
32	Petunjuk Penggunaan Simulator	Klik button home	Tampilan home muncul	Valid	
33		Klik button next	Tampilan simulator muncul	Valid	
34	Simulator	Drag and drop perangkat jaringan	Perangkat dapat di drag and drop	Valid	
35		Klik button check	Pop up salah/benar muncul	Valid	
36		Klik button home	Tampilan home muncul	Valid	
37	Semua halaman	Klik button sound on	Tampilan button sound on berubah menjadi sound off, backsound nonaktif	Valid	
38		Klik button sound off	Tampilan button sound off berubah menjadi sound on, backsound aktif	Valid	

Seperti yang ditunjukkan oleh hasil pengujian *black box* pada Tabel 7, setiap fitur dari aplikasi Synet berfungsi sebagaimana mestinya. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi telah memenuhi aspek fungsionalitas dan dapat digunakan sesuai dengan alur penggunaan yang telah direncanakan.



Selain pengujian fungsional, aplikasi Synet juga divalidasi oleh ahli materi untuk menilai kesesuaian isi pembelajaran yang disajikan dalam aplikasi. Hasil pengujian oleh ahli materi disajikan pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian oleh Ahli Materi

No	Indikator Penilaian	Persentase
1	Relevansi materi dengan dengan kurikulum/SK/KD	100%
2	Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	80%
3	Relevan dengan apa yang harus dipelajari siswa	100%
4	Kejelasan materi	80%
5	Kedalaman materi	60%
6	Pilihan jawaban homogen dan logis	60%
7	Dapat digunakan untuk belajar mandiri	100%
8	Kemudahan untuk dipahami	80%
9	Penggunaan media dapat menarik minat siswa	100%
10	Komunikatif dan interaktif	80%
	Rata – rata	84%

Perolehan skor validasi ahli materi sebesar 84% menempatkan aplikasi Synet pada kategori ‘Sangat Layak’. Angka ini turut diperkuat oleh temuan Atun et al. (2024), yang dalam penelitiannya membuktikan bahwa pengembangan multimedia interaktif berbasis model MDLC sebagai media pembelajaran cenderung menghasilkan konten yang selaras dengan kebutuhan dan tujuan pembelajaran. Tingginya persentase pada indikator relevansi kurikulum dan kemandirian belajar mengindikasikan bahwa aplikasi Synet berhasil menyajikan materi jaringan komputer dan internet secara kontekstual sesuai capaian pembelajaran kelas VIII.

Kelayakan aplikasi Synet juga ditinjau dari aspek media untuk memastikan bahwa tampilan dan fitur yang disajikan mendukung proses pembelajaran secara optimal.

Tabel 8. Hasil Pengujian oleh Ahli Materi

Aspek Penilaian	Persentase
Tampilan Media	87,5%
Kemudahan Penggunaan	87,5%
Penggunaan Multimedia	83,33%
Penyajian Media Pembelajaran	80%
Rata - rata	84,58%

Capaian validasi media sebesar 84,58% menunjukkan bahwa desain antarmuka dan elemen multimedia yang digunakan dalam aplikasi Synet dinilai mampu mendukung proses pembelajaran secara efektif. Temuan ini relevan dengan pendapat Mayer (2009) mengenai prinsip *multimedia learning* di mana penyajian materi yang memadukan elemen visual dan audio secara bersamaan terbukti lebih efektif dalam membangun pemahaman siswa dibandingkan penyampaian melalui satu cara saja.

b. Beta Testing

Setelah tahap *alpha testing*, 30 peserta didik kelas VIII berpartisipasi dalam *beta testing*. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kemudahan penggunaan aplikasi dari sudut pandang pengguna. Tabel berikut menampilkan hasil pengujian beta memakai *System Usability Scale* (SUS).



Tabel 10. Hasil Perhitungan Nilai SUS

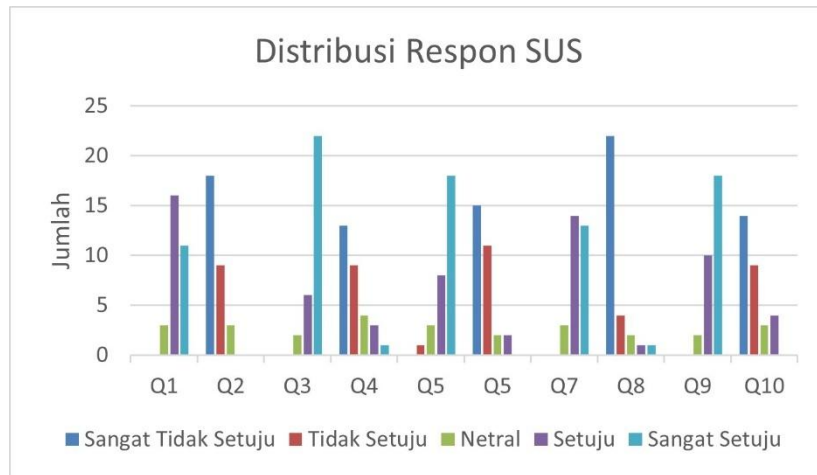
Responden	Nilai Hasil Hitung SUS										Jumlah	Jumlah Nilai x 2,5	
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10			
R-01	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	39	97,5	
R-02	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	39	97,5	
R-03	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	37	92,5	
R-04	2	2	2	2	1	3	2	4	4	4	26	65	
R-05	4	3	4	2	2	2	3	1	3	2	26	65	
R-06	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	37	92,5	
R-07	3	4	4	3	3	4	2	4	4	3	34	85	
R-08	3	4	4	1	4	1	4	4	3	3	31	77,5	
R-09	4	4	4	3	4	1	4	4	4	3	35	87,5	
R-10	4	4	3	3	2	3	3	4	4	3	33	82,5	
R-11	3	4	3	2	3	4	3	4	3	1	30	75	
R-12	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	39	97,5	
R-13	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	37	92,5	
R-14	3	2	2	0	4	2	4	0	2	1	20	50	
R-15	3	3	4	1	3	3	3	2	3	1	26	65	
R-16	2	4	4	1	4	4	4	4	4	2	33	82,5	
R-17	4	3	4	4	2	4	4	4	2	4	35	87,5	
R-18	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	36	90	
R-19	2	4	4	4	4	4	4	4	4	1	35	87,5	
R-20	3	3	4	2	4	3	4	4	4	3	34	85	
R-21	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	37	92,5	
R-22	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	36	90	
R-23	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	37	92,5	
R-24	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	36	90	
R-25	4	3	3	3	4	3	3	4	3	4	34	85	
R-26	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	34	85	
R-27	3	4	4	4	3	3	2	3	4	4	34	85	
R-28	3	3	3	4	3	4	3	2	4	3	32	80	
R-29	3	2	4	3	4	3	4	4	4	3	34	85	
R-30	4	4	4	3	4	3	3	3	3	2	33	82,5	
											1009	2522,5	
												Skor Rata-rata (Hasil Akhir)	84,08333333

Aplikasi Synet mendapatkan skor rata-rata sebesar 84,08 berdasarkan pengujian *System Usability Scale* (SUS). Juga mendapatkan *Adjective Rating Excellent*, *Grade Scale B*, dan skor tersebut memenuhi kriteria *Acceptable*. Dengan demikian, fitur, tampilan, dan alur penggunaan aplikasi dinilai telah sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Berdasarkan pengujian *System Usability Scale*, aplikasi Synet memperoleh skor rata-rata sebesar 84,08. Mengacu pada klasifikasi yang dikemukakan Bangor et al. (2009), skor tersebut berada pada *adjective rating Excellent*, yang mengindikasikan bahwa aplikasi ini dapat diterima dan digunakan dengan baik oleh pengguna. Hal ini juga sejalan dengan pola distribusi respons siswa, di mana penilaian tinggi lebih banyak diberikan pada butir pertanyaan bernomor ganjil yakni



pernyataan yang mencerminkan aspek kemudahan dan kenyamanan penggunaan. Temuan ini mengindikasikan bahwa secara umum siswa tidak menemui kesulitan yang signifikan dalam menggunakan aplikasi Synet secara mandiri.



Gambar 19. Grafik Distribusi Respon SUS

Distribusi respons siswa pada setiap butir pertanyaan SUS ditunjukkan pada Gambar 19.

Hasil pengujian secara keseluruhan menunjukkan bahwa aplikasi Synet memperoleh penilaian ‘Sangat Layak’ dari ahli materi, ahli media, maupun pengguna langsung. Hal ini menjadi dasar yang kuat bahwa aplikasi Synet berpotensi dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran materi pengenalan jaringan komputer dan internet di jenjang SMP yang lebih luas. Di sisi lain, perolehan skor SUS pada kategori *Excellent* turut menunjukkan bahwa siswa mampu menggunakan aplikasi ini secara mandiri dengan baik tanpa memerlukan pendampingan khusus dari guru.

Distribution

Setelah tahap pengujian, aplikasi Synet dinyatakan layak dan sesuai dengan tujuan pembuatannya. Aplikasi ini disimpan di *Google Drive* untuk didistribusikan, sehingga siswa dapat mengunduh di laptop mereka. Synet diharapkan dapat meningkatkan minat dan semangat siswa dalam mempelajari informatika sekaligus membuat konsep-konsep jaringan komputer lebih mudah dipahami melalui cara yang menarik dan interaktif.

KESIMPULAN

Penelitian dan pengembangan yang telah dilaksanakan menghasilkan kesimpulan bahwa model MDLC terbukti dapat diterapkan secara efektif dalam proses pengembangan aplikasi Synet, yakni sebuah game edukasi sebagai media pembelajaran secara interaktif terhadap materi pengenalan jaringan komputer terhadap siswa kelas 8 di SMP Negeri 1 Purwakarta. Upaya pengembangan aplikasi ini hadir dari permasalahan realitas yang ditemukan di lapangan, dengan diketahui sebagian besar peserta didik masih mendapatkan nilai di bawah KKM sebab kesulitan dalam memahami konsep-konsep yang abstrak yang ada pada materi jaringan komputer.

Dari sisi fungsionalitas, seluruh fitur yang tersedia dalam aplikasi Synet telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Adapun hasil validasi ahli materi dan ahli media secara berturut-turut menunjukkan perolehan skor 84% dan 84,58%, yang keduanya masuk dalam kategori 'Sangat Layak'. Hasil pengujian *System Usability Scale* (SUS) juga menghadirkan suatu skor rata-rata sebesar angka 84,08 dengan berada pada klasifikasi *excellent*, yang menyajikan pemahaman bahwa aplikasi tersebut secara mudah diaplikasikan dan memperoleh suatu respon positif dari pihak pengguna.

Berdasarkan keseluruhan hasil tersebut, aplikasi Synet dinilai layak dijadikan sebagai alternatif media pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik, sekaligus mampu mendukung pemahaman siswa terhadap materi jaringan komputer secara lebih mendalam. Bagi penelitian berikutnya, disarankan untuk memperluas cakupan materi ke topik informatika lainnya, melibatkan responden dalam jumlah yang lebih besar, serta mengembangkan aplikasi pada platform yang lebih beragam sehingga jangkauan penggunaannya dapat lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldi, R. K. (2024, February 16). *Jenis Jenis Jaringan Komputer Beserta Fungsinya*. FIKOM UDB. <https://fikom.udb.ac.id/id/artikel/detail/jenis-jenis-jaringan-komputer-beserta-fungsinya>
- Anwar, S., & Jasiah. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Game Educaplay untuk Meningkatkan Keaktifan Siswa pada Mata Pelajaran SKI. *Jurnal Budi Pekerti Agama Islam*, 3(1), 355–373. <https://doi.org/10.61132/jbpai.v3i1.913>
- Apriani, D., Darwis, M., & Trisari, W. (2024). Pengembangan Game Fun Learning Untuk Siswa Sekolah Dasar Dengan Metode Game Development Life Cycle (GDLC). *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi (JIKOMSI)*, 7(1), 238–245.
- Arikunto, S. (2020). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- Astuti, V. D., Muthmainnah, R. N., & Rosiyanti, H. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Aplikasi Pokamathh Pada Materi Aljabar Kelas VII. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 7(1). <https://doi.org/10.24853/fbc.7.1.1-10>
- Atun, Y. A., Bagus Pambudi, B., & Maulana, B. A. (2024). Interactive Multimedia Development of Indonesian Endemic Plants: Species Uniqueness with MDLC Approach. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 5(7), 3203. <http://jist.publikasiindonesia.id/>
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. In *Journal of Usability Studies* (Vol. 4).
- Faijah, N., Nuryadi, & Marhaeni, N. H. (2022). Efektivitas Penggunaan Game Edukasi Quizwhizzer Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Teorema Pythagoras. *PHI: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6.



- Febiharsa, D., Made Sudana, I., & Hudallah, N. (2019). Uji Fungsionalitas (Blackbox Testing) Sistem Informasi Lembaga Sertifikasi Profesi (Silsp) Batik Dengan Appperfect Web Test Dan Uji Pengguna. *Joined Jurnal (Journal of Informatics Education)*, 1(2).
- Febriansyah, M. F., & Sumaryana, Y. (2021). Pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran Sekolah Dasar Menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle (MDLC) INFORMASI ARTIKEL A B S T RAK. *Informatics and Digital Expert (INDEX)*, 3(2), 61–68. <https://e-journal.unper.ac.id/index.php/informatics>
- Gousiou, A., & Grammenos, N. (2023). Informatics and ICT as Learning Subjects in Primary and Secondary Education in Greece. *Anatolian Journal of Education*, 8(1), 217–230. <https://doi.org/10.29333/aje.2023.8115a>
- Huang, B., Hew, K. F., & Lo, C. K. (2019). Investigating the effects of gamification-enhanced flipped learning on undergraduate students' behavioral and cognitive engagement. *Interactive Learning Environments*, 27(8), 1106–1126. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1495653>
- Hutahaean, H. D., Muhammad Aulia Rahman, S., & Mendoza, M. D. (2022). Development of interactive learning media in computer network using augmented reality technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 2193(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2193/1/012072>
- Jusniani, N., Monariska, E., & Author, C. (2025). Pengembangan Media Ajar Matematika Kartun Menggunakan Storyboard Berbasis Kontekstual untuk Siswa Sekolah Dasar. *CJPE: Cokroaminoto Jurnal of Primary Education*, 8(2), 525–540. <https://e-journal.my.id/cjpe>
- Latifah, S., Yuberti, Y., & Agestiana, V. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Hots Menggunakan Aplikasi Lectora Inspire. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 11(1), 9–16. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v11i1.3851>
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2020). On Computational Thinking and STEM Education. In *Journal for STEM Education Research* (Vol. 3, Number 2, pp. 147–166). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00044-w>
- Mayer, R. E. (2009). MULTIMEDIA LEARNING. *Cambridge University Press*, (2). <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Natali, V., Ayub, M., Wijanto, M. C., Wisnubhadra, I., Natalia, Hakim, H., Wahyono, Mulyati, S., Sutardi, Pratiwi, H., Saputra, B., Kartawidjaja, K., & Putro, H. P. (2021). *INFORMATIKA SMP KELAS VIII* (C. Tulalessy, Ed.; 1st ed.). Pusat Perbukuan Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. <https://buku.kemdikbud.go.id>
- Nugraha, E., Yusuf Faizal, M., Ali Nurdin, E., & Hikmawan, R. (2024). Implementasi Model Meaningful Instructional Design (MID) Berbantuan Multimedia Gamifikasi untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa Pada Mata



- Pelajaran Komputer dan Jaringan Dasar. *PETIK : Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 10(2), 193–203. <https://doi.org/10.31980/jpetik.v10i2.1662>
- Nurhikmah, S. R., & Nurdin. (2024). Literature Review: Media Game Edukasi Interaktif dalam Pembelajaran Matematika. *Journal of Education Research*, 5(4), 4382–4390.
- Pane, B., Najoran, X., & Paturusi, S. (2017). Rancang Bangun Aplikasi Game Edukasi Ragam Budaya Indonesia. *Journal Teknik Informatika*, 12(1).
- Prameswari, A. (2024, November 5). *Mengenal Jaringan Komputer: Fungsi, Manfaat, dan Jenisnya*. Lawencon. <https://www.lawencon.com/mengenal-jaringan-komputer/>
- Prasetyo, R. M. M., Syaputra, H., Cholil, W., & Sauda, S. (2021). Rancang Dan Bangun Game Edukasi Anak-Anak Berbasis Android Dengan Unity Menggunakan Metode Game Development Life Cycle. *Jurnal Nasional Ilmu Komputer*, 2(2), 2746–1343.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Alfabeta.
- Suhana, A., & Wardani, K. W. (2022). Pengembangan Media Diorama Berbasis Audiovisual untuk Meningkatkan Dimensi Bergotong Royong pada Pembelajaran IPS Materi Tindakan Heroik Mendukung Proklamasi Kemerdekaan Indonesia Kelas V Sekolah Dasar. *JIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, 5(12), 5289–5295. <http://Jiip.stkipyapisdompu.ac.id>
- Sutopo, A. H. (2003). *Multimedia Interaktif dengan Flash* (1st ed.). Graha Ilmu.
- Valasta, D., Sugiarto, B. A., & Paturusi, S. D. E. (2021). Pembuatan Animasi 2D Interaktif Pembelajaran Sel Pada Makhluk Hidup. *Jurnal Teknik Informatika*.
- Wardani, F. P., Sisca Widiyastuti, Hadassah Grace Ferisca, Tamariska Agape Scaferi, & Lovely Olive Fesca. (2024). The Role of Informatics Teaching in Developing Critical Thinking and Computational Skills in High Schools. *Indonesian Journal of Economic & Management Sciences*, 2(4), 671–686. <https://doi.org/10.55927/ijems.v2i4.10796>

