

Pengukuran Kelayakan Simulator Forensik *Digital* Menggunakan Metode Multimedia Mania

Feasibility Measurement of Digital Forensic Simulator Using Multimedia Mania Method

Eddy Prasetyo Nugroho¹, Irawan Afrianto², Rini Nuraini Sukmana³

¹Universitas Pendidikan, Indonesia

²Universitas Komputer, Indonesia

³Universitas Sangga Buana, Indonesia

Informasi Artikel

Genesis Artikel:

Diterima, 11 September 2021

Direvisi, 24 Februari 2022

Disetujui, 25 Maret 2022

Kata Kunci:

Forensik Digital
Kuesioner
Multimedia Mania
Pengukuran Kelayakan
Simulator

Keywords:

Digital Forensic
Questionnaire
Multimedia Mania
Feasibility Measurement
Simulator

ABSTRAK

Pengujian kelayakan suatu media pembelajaran merupakan hal yang penting dilakukan untuk menjamin keberlangsungan, keberlanjutan dan keterikatan (*engagement*) antara aplikasi dengan penggunaannya. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji kelayakan dari aplikasi simulator forensik *digital* sebagai media ajar untuk menginvestigasi keamanan sistem pada lingkungan jaringan komputer menggunakan metode multimedia mania. Bidang jaringan komputer dan internet merupakan lingkungan yang memiliki kerentanan yang sangat tinggi, dimana berbagai macam jenis eksploitasi terhadap lingkungan ini sering terjadi dan menyebabkan kerugian yang besar, sehingga pembelajaran pada bidang ini menjadi suatu hal yang penting dilingkungan sekolah, khususnya pada Sekolah Menengah Kejuruan bidang teknik dan jaringan komputer serta informatika. Multimedia mania merupakan suatu metode pengukuran kelayakan berupa rubrik yang menilai aspek-aspek teknis pada aplikasi multimedia. Rubrik ini digunakan untuk menggali lebih banyak informasi terkait keselarasan media pembelajaran dengan kebutuhan dan kenyamanan pengguna. Penilaian pada rubrik ini terdiri dari 5 aspek penting, yaitu mekanisme, elemen multimedia, struktur informasi, dokumentasi, dan kualitas konten multimedia. Hasil pengujian kelayakan simulator forensik *digital* di 4 sekolah menengah kejuruan mendapatkan nilai kelayakan sebesar 89,22% dari ahli media dan 96,55% dari penilaian siswa. Hasil ini menunjukkan bahwa simulator forensik *digital* layak untuk dijadikan sebagai media pembelajaran dan bahan ajar multimedia pada bidang investigasi keamanan jaringan komputer.

ABSTRACT

Testing the feasibility of a learning media is an important thing to do to ensure continuity, sustainability and engagement between the application and its users. The purpose of this study was to measure the feasibility of a digital forensic simulator application as a teaching medium to investigate system security in a computer network environment using the multimedia mania method. Multimedia mania is a method of measuring feasibility in the form of rubrics that assesses the technical aspects of multimedia applications. These rubrics are used to dig up more information related to the alignment of learning media with user needs and convenience. The assessment in these rubrics consists of 5 important aspects, namely mechanism, multimedia elements, information structure, documentation, and quality of multimedia content. The results of the feasibility test of digital forensic simulator in 4 vocational high schools obtained a feasibility value of 89.22% from media experts and 96.55% from student assessments. These results indicate that the digital forensic simulator is feasible to be used as a learning media and multimedia teaching material in the field of computer network security investigations.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis Korespondensi:

Irawan Afrianto,
Program Studi Teknik Informatika,
Universitas Komputer, Indonesia
Email: irawan.afrianto@email.unikom.ac.id

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan media ajar yang terintegrasi dalam suatu aplikasi diperlukan Sekolah Menengah Kejuruan terhadap guna meningkatkan kompetensi peserta didiknya. Banyaknya *tools* dan perangkat lunak guna membantu siswa dalam pelajaran keamanan jaringan komputer dan internet menyebabkan proses pembelajaran berjalan kurang efisien. Salah satu bahan ajar yang terdapat di lingkungan keamanan sistem jaringan komputer dan internet adalah forensik *digital*, yaitu suatu mekanisme untuk mengidentifikasi potensi-potensi suatu eksploitasi pada lingkungan jaringan komputer dapat diketahui dan diambil keputusan serta tindakan yang akan dilakukan oleh pemilik sistem. Pengembangan simulator yang terintegrasi dimungkinkan untuk mengatasi permasalahan tersebut dan pengujian serta evaluasi kelayakan dalam pengembangannya guna menjadi bahan ajar yang sesuai perlu dilakukan.

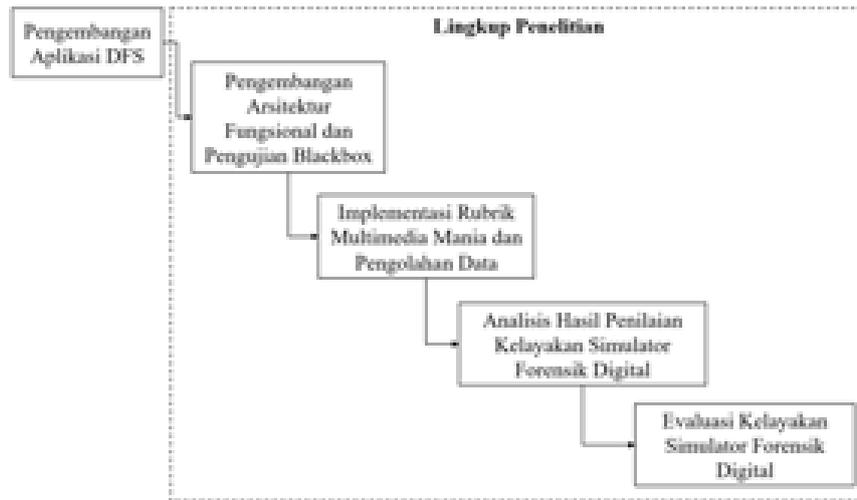
Forensik *digital* merupakan bagian dari ilmu forensik yang mencakup pengumpulan, akuisisi, analisis, evaluasi serta investigasi pada data dan perangkat digital yang berkorelasi dengan kejahatan komputer dan siber [1], termasuk didalamnya metodologi guna mengumpulkan bukti-bukti berupa data *digital* dan entitas-entitas lainnya sebagai alat bukti sah di pengadilan [2]. Forensik *digital* dapat dibagi lebih jauh menjadi forensik yang terkait dengan komputer (host, server), jaringan (*network*), aplikasi (termasuk *database*), dan perangkat (*digital devices*) [3]. Media pembelajaran di lingkungan sekolah telah banyak mengalami perubahan, mulai dari penggunaan cara-cara konvensional hingga menggunakan teknologi informasi untuk mendukung kegiatannya [4]. Guna meningkatkan pemahaman peserta didiknya, banyak media ajar disekolah yang dikembangkan dalam bentuk multimedia dimana hal ini dapat mengefektifkan proses belajar mengajar secara normal [5] maupun pada lingkungan berkebutuhan khusus [6, 7]. Penelitian terkait dengan media pembelajaran telah banyak dikembangkan, seperti dalam bentuk media interaktif [8], *game* edukasi [9, 10], virtual ditambah [11] dan simulasi [12]. Media pembelajaran berbasis simulasi merupakan metode pembelajaran yang bertujuan mengoperasikan model, mendemostrasikan atau memberikan suatu pertunjukan kepada siswa dalam bentuk proses, situasi atau objek penelitian dengan memanfaatkan media TIK [13]. Beberapa penelitian simulasi dengan TIK pada bidang jaringan komputer dan keamanan adalah simulasi penggunaan *Intrusion Detection System* (IDS) sebagai pengamanan jaringan komputer [14], penelitian lainnya yaitu simulasi menggunakan *switch port security* pada keamanan jaringan [15], sementara itu Rahmani dan Prabowo menggunakan metode DHCP *Snooping* dan VLAN pada simulasi pengamanan jaringan komputer [16], serta efisiensi penggunaan sumber daya jaringan komputer melalui *pc cloning* [17]. Multimedia mania adalah sebuah rubrik yang menilai aspek-aspek teknis pada multimedia pembelajaran. Rubrik ini digunakan untuk menggali lebih banyak informasi terkait keselarasan media pembelajaran dengan kebutuhan dan kenyamanan siswa. Dalam menilai kelayakan aspek-aspek yang terdapat dalam multimedia, penilaian pada rubrik ini membuat 5 aspek penting, yaitu mekanisme, elemen multimedia, struktur informasi, dokumentasi, dan kualitas konten multimedia, dimana didalamnya terdiri dari 2 rubrik yaitu yang digunakan untuk *expert* (ahli) dan rubrik yang digunakan oleh *student* (siswa) [18, 19].

Perbedaan dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah bahwa simulator forensik digital merupakan aplikasi multimedia berbasis web yang berfungsi sebagai simulator forensik jaringan yang memfokuskan kepada simulasi data, topologi dan skenario yang diperoleh berdasarkan pengamatan data didalam jaringan. Mensimulasikan pengamatan *traffic* ke server-server yang diakses oleh seorang pengguna, yang diduga melakukan penerobosan/intrusi ke sever, dimana server-server tersebut merupakan target penyerangan dari pengguna. Simulator ini memiliki modul untuk pembelajaran eksploitasi DDOS, SQL *Injection*, SSH *Attack*, XSS *Attack*, serta modul untuk mengamati dan memonitor anomali-anomali tersebut. Disamping itu penggunaan metode multimedia mania yang berupa rubrik untuk pengukuran kelayakan pada aplikasi multimedia yang melibatkan 5 aspek penting, yaitu mekanisme, elemen multimedia, struktur informasi, dokumentasi, dan kualitas konten multimedia [20], hal ini dikarenakan simulator yang dikembangkan memiliki basis interaksi yang menggunakan unsur-unsur multimedia seperti teks, gambar dan animasi guna menunjang pembelajaran yang dilakukan.

Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pengujian kelayakan simulator forensik *digital* yang telah dikembangkan sebagai media ajar keamanan data dan informasi di lingkungan sekolah, dimana unsur utama yang akan dikaji adalah aspek teknis dari aplikasi multimedia simulator menggunakan metode multimedia mania. Guna mencapai tujuan tersebut maka simulator yang dikembangkan akan dievaluasi menggunakan metode *blackbox* guna mengevaluasi fungsional yang terdapat didalamnya, serta menggunakan metode multimedia mania guna mendapatkan respon dari pengguna (guru dan siswa) terhadap simulator yang dikembangkan guna mengetahui sejauh mana kelayakan simulator tersebut dapat digunakan sebagai bahan ajar materi *digital* forensik.

2. METODE PENELITIAN

Pada tahapan sebelumnya telah dikembangkan aplikasi simulator forensik *digital* yang dapat digunakan sebagai media ajar jaringan komputer khususnya pada bidang keamanan informasi untuk memonitor dan mengevaluasi model-model eksploitasi pada jaringan komputer [21]. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menyebarkan angket / kuesioner kepada pengguna simulator guna mengetahui sejauh mana kelayakan dari simulator tersebut dapat digunakan pada lingkungan pengajaran forensik *digital*. Penilaian pada kuesioner bersumber pada rubrik multimedia mania sebagai dasar dari pengukuran kelayakan suatu sistem berbasis multimedia (simulator yang dikembangkan). Gambar 1 menunjukkan alur dari penelitian yang dilakukan, mulai dari tahap implementasi arsitektur fungsional dan pengujian *blackbox* simulator yang dikembangkan, tahap implementasi rubrik Multimedia Mania dan pengolahan datanya, analisis penilaian kelayakan simulator, serta melakukan evaluasi terhadap kelayakan simulator.



Gambar 1. Alur penelitian

Implementasi arsitektur fungsional dan pengujian *blackbox* simulator, dilakukan kegiatan persiapan yaitu melakukan kegiatan pengecekan sistem secara daring pada alamat <https://digforensics.org/> dan diuji secara fungsional dengan menggunakan metode *blackbox* oleh pengembang untuk memastikan semua modul dalam simulator berjalan dengan baik, melakukan perumusan cara kerja dan skor angket Multimedia Mania, serta melakukan koordinasi dengan pihak sekolah-sekolah sebagai mitra pengguna simulator.

Tahap implementasi rubrik Multimedia Mania dan pengolahan datanya media dilakukan dengan menguji coba simulator, yang dilakukan pada sampel dan partisipan. Pengujian simulator dilakukan pada sampel 4 sekolah menengah atas kejuruan di kota Bandung dan Cimahi dengan melibatkan 9 guru sebagai partisipan *expert* dan 104 siswa sebagai partisipan student. Pengujian simulator dilakukan dengan melakukan kegiatan *workshop* dimana partisipan akan dilatih dan diajarkan penggunaan dari simulator serta melakukan praktikum secara mandiri. Setelah melakukan kegiatan *workshop*, dilanjutkan dengan melakukan pengisian instrumen validasi media. Instrumen validasi media ini merupakan sebuah *form* penilaian yang diambil dari multimedia mania *judges* rubrik tahun 2004 North Carolina State University. Instrumen ini bertujuan untuk memberikan penilaian terhadap multimedia berdasarkan perspektif para ahli dengan mempertimbangkan berbagai aspek yang ada. Instrumen tanggapan siswa yang digunakan peneliti untuk memperoleh penilaian ataupun tanggapan dari siswa terkait aspek-aspek yang terdapat pada media dalam bentuk *form*/angket. Peneliti menggunakan multimedia mania *student checklist* tahun 2004 North Carolina State University sebagai instrumen tanggapan siswa. Kegiatan pada tahapan ini diakhiri dengan pengumpulan dan pengolahan data-data dari angket tersebut.

Tahap Analisis hasil penilaian kelayakan simulator dilakukan dengan mengidentifikasi hasil-hasil yang diperoleh dari tahapan sebelumnya yaitu menganalisis hasil dari metode Multimedia Mania yang mencakup aspek mekanisme, elemen multimedia, struktur informasi, dokumentasi, dan kualitas konten simulator forensik *digital*.

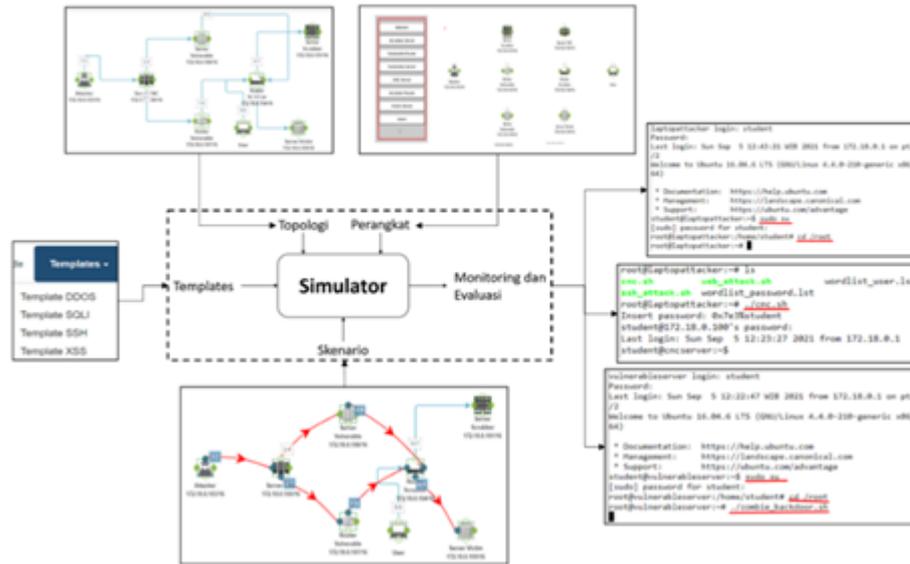
Tahapan evaluasi dilakukan dengan merangkum hasil analisis instrumen validasi *expert* dan *student* yang berasal dari instrumen multimedia mania *judges* rubrik serta instrumen multimedia mania *student checklist*, dimana data dari instrumen yang digunakan para ahli dan siswa dalam memvalidasi materi dan media, diukur menggunakan indeks skor yang diberikan sesuai dengan instrumen yang digunakan. Hasil dari analisis instrumen tersebut dijadikan sebagai acuan penilaian pengukuran kelayakan simulator yang telah dikembangkan.

3. HASIL DAN ANALISIS

Pada bagian ini dijelaskan hasil-hasil penelitian dan sekaligus diberikan pembahasan yang komprehensif mengenai arsitektur fungsional dan pengujian *blackbox* simulator, rubrik multimedia dan pengolahan data, serta analisis dan evaluasi hasil penilaian kelayakan simulator forensik *digital*.

3.1. Arsitektur Fungsional dan Pengujian Blackbox Simulator Forensik Digital

Simulator forensik *digital* yang dikembangkan menggunakan teknologi web dan dapat diakses secara *daring*. Didalamnya mencakup beberapa fungsional yang digunakan untuk melakukan simulasi proses pembelajaran investigasi pola serangan siber pada suatu lingkungan jaringan komputer (Gambar 2). Fungsional template digunakan untuk memilih pola atau tatanan simulasi eksploitasi yang akan dipelajari. Fungsional perangkat digunakan untuk memilih perangkat-perangkat komputer dan pendukungnya seperti *server*, *router*, dan *user* yang akan digunakan dalam simulasi. Fungsional topologi digunakan untuk menghubungkan perangkat-perangkat jaringan komputer menjadi satu rangkaian untuk disimulasikan. Fungsional skenario digunakan untuk mengarahkan pola / membentuk pola eksploitasi yang akan disimulasikan pada lingkungan topologi jaringan yang telah dibuat. Guna melakukan simulasi eksploitasi dan melihat hasilnya, simulator menyediakan fungsional *monitoring* dan evaluasi.



Gambar 2. Alur penelitian

Guna memastikan bahwa semua modul pada simulator forensik *digital* berjalan dengan baik, maka pengujian simulator dilakukan dengan menggunakan metode *blackbox* pada fungsional yang terdapat didalam simulator. Tabel 1 menunjukkan rencana pengujian *blackbox* dengan tes kasus pada fungsional register, login dan modul-modul didalam simulator.

Tabel 1. Rencana pengujian blackbox

No.	Test Case	Kode Uji
1.	Register	1-UJI-01
2.	Login	1-UJI-02
3.	Tambah Object	1-UJI-03
4.	Semua Object	1-UJI-04
5.	Simulasi Object dengan berbagai Model	1-UJI-05
6.	Akses Console	1-UJI-06
7.	Logout	1-UJI-07

Hasil pengujian *blackbox* dilakukan dengan melalui pengamatan dan interaksi dengan simulator guna mendapatkan luaran yang diinginkan. Tabel 2, menunjukkan hasil dari pengujian *blackbox* yang telah dilakukan pada simulator forensik *digital*.

Tabel 2. Hasil pengujian blackbox

Kode Uji	Hasil yang diharapkan	Hasil keluaran
1-UJI-01	Muncul pemberitahuan sukses atau gagal.	Valid
1-UJI-02	Masuk ke halaman pengguna jika sukses atau muncul pemberitahuan jika gagal.	Valid
1-UJI-03	Masuk ke halaman masing masing template untuk mensimulasikan terhadap masing masing serangan	Valid
1-UJI-04	Masuk ke halaman Semua Object dan klik unduh untuk memasuki halaman kode otentikasi atau muncul pemberitahuan jika gagal.	Valid
1-UJI-05	Muncul panel simulasi dan menghubungkan node 1	Valid
1-UJI-06	Konsol yang diakses melalui sidepanel dapat dipakai satu kali pada saat mensimulasikan object, server akan discan apabila kode tersebut sudah dipakai.	Valid
1-UJI-07	Berhasil keluar dari halaman aplikasi dan diarahkan ke halaman login.	Valid

3.2. Rubrik Multimedia Mania dan Pengolahan Data

Dalam ujicoba pengukuran kelayakan simulator ini , peneliti menggunakan aspek kriteria dalam multimedia mania yang memiliki parameter aspek elemen media, mekanisme, struktur informasi, dokumentasi dan kualitas konten. Penelitian ini menggunakan multimedia mania untuk mengukur kelayakan media dari sisi ahli media dan siswa. Bagian ini menjadi sangat penting karena digunakan untuk menganalisis kualitas dari sebuah media pembelajaran. Rubrik yang digunakan perlu menempatkan aspek yang ingin dicapai oleh guru dan pengembang

multimedia serta melibatkan ahli media dan siswa dalam kontrol kualitas sebuah multimedia pembelajaran. Salah satu tantangan bagi guru untuk tetap dapat meningkatkan kualitas multimedia pembelajaran adalah menemukan dan mengembangkan rubrik yang tepat dan jelas. Rubrik dari multimedia mania terbagi menjadi dua, yaitu *judges rubric* dan *student rubric*. *Judges Rubric* seperti pada tabel 3, menekankan pada aspek- aspek tersebut antara lain teknis, navigasi, ejaan dan tata bahasa, penyelesaian, desain antarmuka, penggunaan perangkat tambahan, penyusunan, percabangan, kutipan sumber, izin penggunaan sumber, keaslian, keselarasan kurikulum, keselarasan konten media, kedalaman dan keluasan konten media, dan materi yang tercantum pada media.

Tabel 3. Multimedia mania 2004 judges rubric

		Multimedia Mania Rubrik Pengujian										Mentah	Skor Berat	Total
Kriteria		0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0				
Mekanisme	1	Teknis	Media tidak berjalan. Terlalu banyak masalah teknis pada saat menjalankan media	Media kurang berjalan dengan baik. Banyak masalah teknis pada saat menjalankan media	Media berjalan normal. Sedikit masalah teknis pada saat menjalankan media	Media berjalan dengan sempurna dan tidak ada masalah teknis, contohnya tidak adanya pesan error pada musik, video, dll						x1		
	2	Navigasi	Tombol dan alat navigasi tidak ditemukan atau tidak bekerja. Media tidak dapat dioperasikan	Mengalami kesulitan ketika menjalankan tombol dan alat navigasi. Media cukup sulit untuk dioperasikan	Mengalami sedikit kesulitan ketika menjalankan tombol dan alat navigasi. Media mudah dioperasikan	Semua tombol dan alat navigasi berfungsi dengan baik. Media mudah untuk dioperasikan						x1		
	3	Ejaan dan Tata Bahasa	Media memiliki banyak kesalahan dalam pengejaan dan tata bahasa (terdapat empat kesalahan atau lebih)	Media memiliki kesalahan dalam pengejaan dan tata bahasa (terdapat tiga kesalahan)	Media memiliki sedikit kesalahan dalam pengejaan dan tata bahasa (terdapat dua kesalahan atau kurang)	Ejaan dan tata bahasa dalam media sudah baik						x1		
	4	Penyelesaian	Media tidak lengkap. Banyak elemen (navigasi, menu, dialog, karakter, alur) yang belum selesai	Media tidak lengkap. Terdapat elemen (navigasi, menu, dialog, karakter, alur) yang belum selesai	Media tidak lengkap. Terdapat sedikit elemen (navigasi, menu, dialog, karakter, alur) yang belum selesai	Elemen media (navigasi, menu, dialog, karakter, alur) telah lengkap dan benar-benar selesai						x1		
Elemen Multimedia	5	Desain Antarmuka	Desain antarmuka berantakan atau membingungkan. Terlalu banyak grafik dan efek khusus yang terkesan mengganggu keterkaitan konten dengan pesan atau tujuan yang ingin disampaikan	Elemen multimedia dan konten selaras tetapi memiliki sedikit interaksi. Kurang memerhatikan kriteria desain antarmuka sehingga kurang mendukung penyampaian pesan atau tujuan	Elemen multimedia dan konten selaras dan saling berinteraksi. Cukup memerhatikan kriteria desain antarmuka, sehingga mendukung penyampaian pesan atau tujuan	Elemen multimedia dan konten sangat efektif dalam menyampaikan pesan atau tujuan. Sangat memerhatikan kriteria desain antarmuka, sehingga dapat menyampaikan pesan/tujuan dengan baik						x1		
	6	Penggunaan Perangkat Tambahan	Tidak terdapat grafik, video, dan audio yang digunakan untuk membantu pembelajaran	Grafik, video, dan audio terbatas, atau terdapat perangkat tambahan namun kurang membantu pembelajaran	Sebagian besar grafik, video, dan audio yang digunakan cukup membantu pembelajaran. Contohnya cuplikan video terlalu panjang atau terlalu pendek untuk dimengerti	Semua grafik, video, dan audio yang digunakan berfungsi sesuai dengan tujuan sehingga efektif dalam membantu pembelajaran						x1		

Multimedia Mania Rubrik Pengujian												
	Kriteria	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	Mentah	Skor
												Berat
Struktur Informasi	7	Susunan	Rangkaian informasi tidak jelas. Alur media dan cara mendapat informasi pada media tidak sinkron	Rangkaian informasi kurang jelas. Alur media dan cara mendapat informasi pada media membingungkan	Rangkaian informasi jelas. Alur media dan cara mendapat informasi pada media jelas dan tepat	Rangkaian informasi logis dan intuitif. Alur media dan cara mendapat informasi pada media langsung dan jelas						x2
	8	Percabangan	Media hanya berisikan sedikit pilihan skenario. Desain terlalu standar	Media berisikan sedikit pilihan skenario dengan desain yang benar dan mudah dikelola. Desain cukup standar	Media berisikan beberapa pilihan skenario dengan desain yang bagus dan mudah dikelola. Desain standar	Media benar-benar merupakan multimedia, bukan hanya media standar. Berisi banyak pilihan skenario yang mudah dikelola. Desainnya bagus dan sesuai usia						x2
Dokumentasi	9	Kutipan Sumber	Tidak ada sumber yang dikutip dengan benar berdasarkan gaya MLA	Hanya sedikit sumber yang dikutip dengan benar berdasarkan gaya MLA	Mayoritas sumber dikutip dengan benar berdasarkan gaya MLA	Semua sumber dikutip dengan benar berdasarkan gaya MLA						x1
	10	Izin Penggunaan Sumber	Izin untuk aset tidak tertera	Hanya sedikit izin dan hak cipta penggunaan aset yang tertera	Mayoritas izin dan hak cipta penggunaan aset tertera	Izin penggunaan semua aset dan hak cipta penggunaan aset tertera						x1
Kualitas Konten	11	Keaslian	Media ini merupakan hasil pengulangan (penjiplakan) dari ide, produk, dan gambar karya orang lain. Tidak ada pembaharuan	Media ini merupakan hasil pengulangan (penjiplakan) dari ide, produk, dan gambar karya orang lain. Hanya sedikit pembaharuan	Media ini menunjukkan bukti keaslian hak cipta, berdasarkan penggabungan yang luas dari ide, produk, gambar, dan penemuan orang lain. Media ini melampaui penemuan sebelumnya dan menawarkan wawasan baru	Media menunjukkan bukti keaslian hak cipta, berdasarkan penggabungan yang luas dari ide, produk, gambar, dan penemuan orang lain. Media ini melampaui penemuan sebelumnya dan menawarkan wawasan baru						x3
	12	Keselarasn Kurikulum Tujuan Dibuatnya Media Jelas dan Tertera pada Kredit	Tidak terdapat keterkaitan antara konten dan media dengan IPK, pengguna tidak dapat mempelajari apapun dari media atau media tidak layak digunakan sebagai alat bantu pembelajaran	Terdapat beberapa keterkaitan antara konten media dengan IPK, memungkinkan pengguna untuk sedikit belajar dari media	Keterkaitan konten media dengan IPK cukup jelas, media dapat digunakan sebagai alat bantu belajar oleh pengguna	Keterkaitan konten media dengan IPK sangat jelas. Referensi yang diberikan jelas dan berkala sesuai dengan fakta, konsep, dan sumber yang dikutip. Pengguna dapat menggunakan media sebagai alat bantu pembelajaran						x3

Kriteria	Multimedia Mania Rubrik Pengujian								Mentah	Skor Berat	Total
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5			
13 Keselarasan Tujuan dengan Konten Media	Tidak ada konten media yang mendukung tujuan pembelajaran yang diharapkan	Sedikit konten media yang mendukung tujuan pembelajaran yang diharapkan	Mayoritas konten media yang mendukung tujuan pembelajaran yang diharapkan	Semua konten media mendukung tujuan pembelajaran yang diharapkan						x3	
14 Kedalaman dan Keluasan Konten Media	Tidak ada keterampilan berpikir yang lebih tinggi digunakan dalam pengembangan media	Sedikit keterampilan berpikir yang lebih tinggi digunakan dalam pengembangan media	Mayoritas keterampilan berpikir yang lebih tinggi digunakan dalam pengembangan media	Semua keterampilan berpikir tingkat tinggi digunakan dalam pengembangan media						x2	
15 Materi pada Media	Materi yang disajikan tidak selaras. Informasi membingungkan atau salah	Beberapa materi yang disajikan media selaras. Beberapa informasi membingungkan atau salah	Mayoritas materi yang disajikan media selaras. Mayoritas informasi jelas, tepat, dan benar	Keseluruhan materi yang disajikan selaras. Semua informasi jelas, tepat, dan benar						x3	

Instrumen multimedia mania *student rubric* sama halnya dengan validasi ahli namun dikerucutkan menjadi lebih mudah dipahami oleh siswa dan instrumen juga diambil dari multimedia mania 2004 *student checklist*. Akan tetapi instrumen ini memiliki penilaian jawaban ya atau tidak. Instrumen bertujuan untuk mengetahui penilaian siswa terhadap aspek-aspek yang terdapat pada media. Adapun penjabaran dari aspek-aspek tersebut terdapat pada tabel 4.

Tabel 4. Multimedia mania 2004 student rubric

Kriteria	Multimedia Mania Rubrik Pengujian		Penilaian Ya Tidak	Bobot	Total
Mekanisme	1	Teknis	Media berjalan dengan baik tanpa ada masalah teknis atau pesan error		x1
	2	Navigasi	Media mudah untuk dioperasikan, semua tombol dan alat navigasi berfungsi dengan baik		x1
	3	Ejaan dan Tata Bahasa	Ejaan dan tata bahasa dalam media sudah baik (tidak ada kesalahan penulisan)		x1
	4	Penyelesaian	Media telah selesai, alur cerita dan semua komponen lengkap. Tidak ada komponen yang hilang, tidak lengkap, atau alur yang belum selesai		x1
Elemen Multimedia	5	Desain Antarmuka	Desainnya menarik, kombinasi elemen pada multimedia memerhatikan proporsi dan harmoni, sehingga efektif menyampaikan ide konten dengan baik		x1
	6	Penggunaan Perangkat Tambahan	Grafik dan video yang disajikan dalam media sangat efektif dalam menyampaikan ide konten		x1
Struktur Informasi	7	Penyusunan	Rangkaian informasi logis dan intuitif. Alur media dan cara mendapat informasi pada media langsung dan jelas		x2
	8	Percabangan	Media edukasi merupakan multimedia, bukan sekadar media dengan sedikit pilihan skenario yang mudah dikelola dalam menyajikan alur kontennya		x2
Dokumentasi	9	Pengutipan Sumber Daya/Aset	Semua sumber aset dikutip dengan benar		x1
	10	Izin untuk Mendapatkan Aset	Izin dan hak cipta penggunaan aset tertera		x1
	11	Keaslian	Ide media bukan hasil plagiat, mayoritas konten dan idenya baru, juga inovatif. Ide media bukan hasil plagiat, mayoritas konten dan idenya baru, juga inovatif		x3
Kualitas Konten	12	Keselarasn Kurikulum	Keterkaitan konten pada media dengan indikator pencapaian kompetensi jelas. Media dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran		x3
	13	Keselarasn Tujuan dengan Konten Media	Konten media terbukti dapat mendukung tujuan pembelajaran		x3
	14	Kedalaman dan Keluasan Konten	Perancangan media ini terbukti membutuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi		x2
	15	Materi pada Media	Materi terbukti tersaji pada media. Semua informasi yang diberikan jelas, tepat, dan benar		x3

Hasil penilaian rubrik dihitung berdasarkan *rating scale*. *Rating scale* adalah skala yang digunakan baik pada instrumen validasi yang dinilai oleh ahli media maupun siswa. Perhitungan *rating scale* dilakukan dengan rumus:

$$P = \frac{\text{skor hasil pengumpulan data}}{\text{skor ideal}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

P = angka presentase

Skor ideal = (skor tertinggi tiap butir) \times (jumlah responden) \times (jumlah butir)

Setelah melakukan ujicoba terhadap simulator, ahli media dan siswa mengisi rubrik multimedia mania. Mekanisme yang dilakukan peneliti adalah dengan mengolah-data tersebut dalam bentuk berkas excel guna kemudahan perhitungan skor penilaian. Tabel 5 menunjukkan hasil pengumpulan data dan perhitungan rubrik multimedia mania untuk *expert* (ahli).

Tabel 5. Pengolahan data penilaian ahli menggunakan angket multimedia mania *judges checklist*

No	Instansi	Nama	Aspek														
			Mekanisme			Elemen Multimedia			Struktur Informasi				Dokumentasi			Kualitas Konten	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	SMKN 2 Bandung	Imanul Hakim, S. Pd., Gr.	2,8	2,6	2,8	2,8	2,8	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3
2		Kiki Solihin, S.Pd	4	4	4	4	3,8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3	SMK PU Jawa Barat	Ihsan Arief	2,7	3	3	3	3,2	3	3,3	3,4	4	4	4	4	4	4	4
4		Budiman, S.Pd.															
5		Wildan Juliard, S.Pd.	2,7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6	SMKN 4 Bandung	Rin Rin Nurmalasari, S.Pd.,MT	3	3,5	4	3,7	3,5	3,5	3,5	3	3,5	3,5	3,5	3,2	3,7	3,7	3,7
7		Rani Ratnaningsih	4	4	4	4	3,8	3,8	4	3,8	4	4	4	4	4	4	4
8	SMKN 1 Cimahi	Dendi Mochamad Jabar	2,6	3,5	3	3,5	3	3	3,5	3	3	3	3,5	3	3	3	3
9		Rudi Haryadi	3	3	3,5	3	3,5	3	3	3	3,5	3	3,5	3,5	3	3	3,5
		Trimans Yogiana S.Pd	3,5	3,7	3,6	3,7	3,5	3,5	3,5	3	3	3	3,5	3,2	3,8	3,1	3,1
		Bobot	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	3	3	2	2
		Nilai	28	31	32	31,7	31,1	30,8	63,6	60,4	33	32,5	99	98,7	100,5	65,6	64,6
		Jumlah	123,2			61,9			124				65,5			428,4	
		Skor Ideal	144			72			144				72			468	
		Presentase (%)	85,56%			85,97%			86,11%				90,97%			91,54%	
		Total Nilai	803														
		Total Skor Ideal	900														
		Total Presentase	89,22%														

Sementara itu, untuk proses pengolahan data angket siswa menggunakan rubrik multimedia mania *student checklist* dapat dilihat pada tabel 6 untuk siswa SMKN 2 Bandung.

Tabel 6. Pengolahan data penilaian siswa SMKN 2 Bandung menggunakan angket multimedia mania *student checklist*

No	NIS	Nama	Mekanisme			Elemen Multimedia		Struktur Informasi			Dokumentasi			Kualitas Konten				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	12026238	Muhammad Dimas Saputra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	11925773	Rafif Gunawan	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	
3	12026306	Fadly Maysail	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	12026257	Siti aminah rodyaningsih	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	
5	12026231	Hafidzin Alwi	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
6	11925768	muhammad choirul hudha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
7	11925605	Ahmad Andia Setiawan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
8	12026427	Muhamad Dafa Andika Radhitia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
9	11925725	Muhammad Fauzan Dwi Putera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
10	11925775	Restu Farista Wardhani	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	
11	12026337	Agung Firman Anugrah	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
12	11925675	Affi Irbach	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Bobot	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	3	3	2	2	
		Nilai	11	12	11	12	12	12	22	22	10	11	36	36	36	22	22	
		Jumlah	46			24		44			21			152				
		Skor Ideal	48			24		48			24			156				
		Presentase (%)	95,83%			100,00%		91,67%			87,50%			97,44%				
		Total Nilai	287															
		Total Skor Ideal	300															
		Total Presentase	95,67%															

Proses pengolahan data angket siswa menggunakan rubrik multimedia mania *student checklist* dapat dilihat pada tabel 7 untuk siswa SMKN 4 Bandung.

Tabel 7. Pengolahan data penilaian siswa SMKN 4 Bandung menggunakan angket multimedia mania *student checklist*

No	NIS	Nama	Mekanisme				Elemen Multimedia		Struktur Informasi		Dokumentasi			Kualitas Konten				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	2,021E+09	Adeyka Adriansyah	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	2,021E+09	M Irlan Priyatna	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
3	2,021E+09	Angga	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	2,021E+09	Adithia Maulana Suryadi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
5	2,021E+09	Feri Ilham Azkia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
6	2,021E+09	Rafi Sulaeman Abdillah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
7	2,021E+09	Lucky Arifin Ilham Adikara	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
8	2,021E+09	Agung Muhammad Dzulkifli	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
9	2,021E+09	Revangga Arieldyas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
10	2,021E+09	Muhammad Fahri Fadhillah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
11	2,021E+09	Ridho Pratma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
12	2,021E+09	Istie Maritania	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
13	2,021E+09	Muhammad Fathan Almuzakky	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
14	2,021E+09	Intan Agustia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
15	2,021E+09	Kanaya Arrofianti	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
16	2,021E+09	Muhammad Rozaan Ragmar Sayudha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
17	2,021E+09	Salman Sopandi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
18	2,021E+09	Dea Siti Salma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	
19	2,021E+09	Rayhan Raksa Guna	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
20	2,021E+09	Anggradika Zahran Ramadhani	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
21	2,021E+09	Revia Rahadiansyah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
22	2,021E+09	Dani Nurhalim	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
23	2,021E+09	Aulia Sholiha	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
24	2,021E+09	Mira Anggraeni	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
25	2,021E+09	Septian	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
26	2,021E+09	Rizky Pramudya Windhitama	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
27	2,021E+09	Wulan Mielestari.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
28	2,021E+09	Herawati	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
29	2,021E+09	Dzikri Pujangga Nanda Syahbana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	
30	2,021E+09	Rafy Fermady	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	
31	2,021E+09	Ardhi Ramadhan Hakim	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
32	2,021E+09	Raffli Riana Raihan	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
33	2,021E+09	Yusuf Setiadi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
34	2,021E+09	Rafy Fermady	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	
35	47038557	Ade Adiansyah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
36	3,045E+09	Ikhsan Satria Drajat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Bobot	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	3	3	2	2	
		Nilai	34	36	35	35	34	35	68	70	35	35	105	105	108	68	70	
		Jumlah			140			69		138		70			456			
		Skor Ideal			144			72		144		72			468			
		Presentase (%)			97.22%			95.83%		95.83%		97.22%			97.44%			
		Total Nilai								873								
		Total Skor Ideal								900								
		Total Presentase								97.00%								

Proses pengolahan data angket siswa menggunakan rubrik multimedia mania *student checklist* dapat dilihat pada tabel 8 untuk siswa SMKN 1 Cimahi.

Tabel 8. Pengolahan data penilaian siswa SMKN 1 Cimahi menggunakan angket multimedia mania *student checklist*

No	NIS	Nama	Mekanisme				Elemen Multimedia		Struktur Informasi		Dokumentasi		Kualitas Konten				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	181113910	Muhammad Rusadi Rahmat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	181113892	Abdul Rozaqi Wildan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	181113919	Rega Kurnia Saputra	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	181113923	Robi Setia Permadi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	191114538	Hijriyani Nur Riska	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	191114549	Nurul Siti Latifah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	191114541	Muhamad Lambda Gibran Ramadhan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	191114558	Yani Rahmawati	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	191114525	Almira Rahma Fad-hila	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	191114540	Indah Ratu Pramudita	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	191114526	Andreas Christoper Sihombing	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	191114559	Yoga Shandika	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	191114531	Desi Yuniar Nur Rahmah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	181113925	Shalma Meilasanty	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	191114532	Deva Indrayana Rah-mat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	181113905	Iftala Zahri Sukmana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
17	191114545	Muhammad Fikri Iman Fadilah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	191114553	Ria Cantika Wahyuni	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	191114551	Raihan Rizal Fadhlul-lah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	191114535	Faishal Syahbari Ra-madhan	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
21	191114546	Muhammad Habibur-rahman	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	191114536	Hafizh Fakhri Muhar-ram	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	191114544	Muhammad Evan Sena Tirta Kusuma-jaya	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	191114548	Muhammad Naufal Arbanin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	191114529	Atalla Dhieanza Be-naya Putra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	191114554	Rika Amelia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	191114555	Rizky Akmal Fauzan	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
28	191114552	Regita Nadya Putri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	191114537	Handy Dirga Hafidh Ash-Shiddiqy	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Bobot	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	3	3	2	2
		Nilai	29	28	29	29	29	29	58	56	28	28	87	87	87	56	58
		Jumlah		115				58		114		56		375			
		Skor Ideal		116				58		116		58		377			
		Presentase (%)		99.14%				100.00%		98.28%		96.55%		99.47%			
		Total Nilai								718							
		Total Skor Ideal								725							
		Total Presentase								99.03%							

Proses pengolahan data angket siswa menggunakan rubrik multimedia mania *student checklist* dapat dilihat pada tabel 9 untuk siswa SMK PU Jabar.

Tabel 9. Pengolahan data penilaian siswa SMK PU Jabar menggunakan angket multimedia mania *student checklist*

No	NIS	Nama	Mekanisme				Elemen Multimedia		Struktur Informasi		Dokumentasi		Kualitas Konten				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	10191156	Dimas Putra R	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	10191151	Aldi Rizki Pratama	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	10191158	Fajriel Sabilal Muqtadin	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	10191159	Fikri Taufiqur Ilman	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
5	10191155	Dendi Deva Derangga	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	10191180	Reza Lesmana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
7	10191168	Muhamad Riza	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
8	10191162	Intan Mustika Meilla Putri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	10191154	Cinta Natashayu Febra Pratiwi	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
10	10191182	Satria Cristian Putra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	10191181	Rizky Muhamad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	10191160	Friska Afriliani	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	10191150	Ahmad Hikmatul Fajar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	10191174	Rafi Atna Akbar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	10191170	Muhammad Ramady	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	10191165	Mario	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	10191175	Rafi Mohammad Alhafidz	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	10191163	Jantan Aditya Santoso	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	10191149	Agustina Edith Clara Tamba	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	10191177	Raisa Mega Putri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	10191173	Nasywaa Kaazim Khairunnisa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	10191161	Hendi Pirmansyah	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	10191166	Miftah Nurrizki Rahardjo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	10191158	Fajriel Sabilal Muqtadin	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	10191179	Rangga Aditio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
26	10191184	Vira Ismi Aulia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	10191183	Sazqia Mutiara	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Bobot	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	3	3	2	2
		Nilai	26	23	27	27	25	27	52	54	27	25	81	81	78	54	54
		Jumlah		103				52		106		52		348			
		Skor Ideal		108				54		108		54		351			
		Presentase (%)		95.37%				96.30%		98.15%		96.30%		99.15%			
		Total Nilai							661								
		Total Skor Ideal							675								
		Total Presentase							97.93%								

3.3. Analisis Hasil Penilaian Kelayakan Simulator Forensik Digital

Tahap analisis hasil penilaian simulator forensik *digital* bertujuan mengolah data baik yang berasal dari rubrik ahli maupun rubrik siswa. Adapun aspek yang dinilai mencakup mekanisme, elemen multimedia, struktur informasi, dokumentasi, dan kualitas konten multimedia.

1. Aspek mekanisme

Tahap Aspek mekanisme adalah aspek yang menilai simulator dari segi teknis dan *usability*. Aspek ini mengukur keberhasilan dari berjalannya simulator tanpa adanya pesan error atau masalah teknis lainnya. Dalam aspek mekanisme pun mengukur berfungsinya navigasi yang ada di simulator dan kemudahan pengoperasian. Selain itu ejaan dan tata bahasa pun dinilai pada aspek ini. Setiap elemen seperti navigasi, menu, dialog, karakter, dan alur benar-benar lengkap, bisa dioperasikan, dan selesai. Tabel 10 menunjukkan hasil penilaian yang dilakukan oleh ahli media dan siswa, pada aspek mekanisme metode Multimedia Mania. Sembilan ahli media memberikan nilai dengan presentase rata-rata untuk aspek mekanisme yaitu 85,56%. Ahli media menitikberatkan kepada masalah di mana simulator ini tidak bisa dijalankan oleh user secara bersamaan dalam satu skenario serangan. Sedangkan dalam penilaian siswa, siswa SMK Negeri 2 Bandung menilai aspek mekanisme ini dengan presentase rata-rata 95,83%, rata-rata presentase nilai yang diperoleh dari penilaian siswa SMK Negeri 4 Bandung yaitu 97,22%, siswa SMK Negeri 1 Cimahi memberikan nilai dengan presentase rata-rata 99,14%, dan siswa SMK PU Jawa Barat menilai dengan presentase 95,37%. Sehingga diperoleh rata-rata dari jumlah presentase penilaian siswa terhadap multimedia pada aspek mekanisme adalah 96,89%.

Tabel 10. Analisis hasil penilaian metode Multimedia Mania pada aspek mekanisme

No	Penilai	Rata-rata Presentase Aspek Mekanisme Multimedia Mania
1	Ahli media	85,56%
2	Siswa SMK Negeri 2 Bandung	95,83%
3	Siswa SMK Negeri 4 Bandung	97,22%
4	Siswa SMK Negeri 1 Cimahi	99,14%
5	Siswa SMK PU Jawa Barat	95,37%

2. Aspek elemen multimedia

Tahap Aspek elemen multimedia menilai bagaimana desain antarmuka dan konten pada multimedia dapat menyampaikan tujuannya dengan jelas, efektif, dan baik. Selain itu keberfungsian semua grafik, video, dan audio yang digunakan perlu dinilai apakah sudah sesuai dengan tujuan sehingga efektif dalam membantu pembelajaran. Tabel 11 menunjukkan hasil penilaian yang dilakukan oleh ahli media dan siswa, pada aspek elemen multimedia metode Multimedia Mania. Pada aspek elemen multimedia ini, ahli media memberikan penilaian dengan presentase rata-rata yaitu 85,97%. Salah satu ahli media menilai tampilan pada simulator belum familiar untuk digunakan sehingga memerlukan waktu untuk mengenal penggunaan media. Penilaian siswa menunjukkan siswa SMK Negeri 2 Bandung menilai aspek ini dengan presentase rata-rata 100%, siswa SMK Negeri 4 Bandung menilai dengan presentase rata-rata 95,83%, penilaian presentase rata-rata yang diberikan oleh siswa SMK Negeri 1 Cimahi adalah 100%, dan siswa SMK PU Jawa Barat menilai dengan presentase rata-rata 96,30%. Sehingga presentase rata-rata yang diperoleh dari keseluruhan siswa adalah 97,60%.

Tabel 11. Analisis hasil penilaian metode Multimedia Mania pada aspek elemen multimedia

No	Penilai	Rata-rata Presentase Aspek Elemen Multimedia Multimedia Mania
1	Ahli media	85,97%
2	Siswa SMK Negeri 2 Bandung	100%
3	Siswa SMK Negeri 4 Bandung	95,83%
4	Siswa SMK Negeri 1 Cimahi	100%
5	Siswa SMK PU Jawa Barat	96,30%

3. Aspek Struktur Informasi

Aspek struktur informasi menilai serangkaian informasi yang digunakan perlu logis dan intuitif, alur media dan cara mendapatkan informasi media tertera langsung dan jelas. Media pun perlu dinilai apakah multimedia yang digunakan benar-benar berbentuk multimedia yang memiliki banyak alur dan skenario yang mudah dikelola, bukan hanya media yang standar, dan juga desain perlu disesuaikan dengan usia. Tabel 12 menunjukkan hasil penilaian yang dilakukan oleh ahli media dan siswa, pada aspek struktur informasi metode Multimedia Mania. Ahli media memberikan nilai dengan presentase rata-rata 86,11% untuk aspek struktur informasi. Siswa yang sedikit lambat dalam mengikuti alur simulasi menjadi salah satu catatan dari ahli media karena pengetahuan yang dimiliki siswa belum cukup, sehingga perlu ditambahkan materi ajar pada simulator. Siswa SMK Negeri 2 Bandung memberi nilai untuk aspek ini dengan presentase rata-rata 91,67%, nilai yang diberikan oleh siswa SMK Negeri 4 Bandung presentase rata-ratanya adalah 95,83%, siswa SMK Negeri 1 Cimahi menilai aspek ini dengan presentase rata-rata 98,28%, dan siswa SMK PU Jawa Barat menilai 98,15%. Presentase rata-rata dari total penilaian bagi aspek informasi dari siswa adalah 95,52%.

Tabel 12. Analisis hasil penilaian metode Multimedia Mania pada aspek struktur informasi

No	Penilai	Rata-rata Presentase Aspek Struktur Informasi Multimedia Mania
1	Ahli media	86,11%
2	Siswa SMK Negeri 2 Bandung	91,67%
3	Siswa SMK Negeri 4 Bandung	95,83%
4	Siswa SMK Negeri 1 Cimahi	92,28%
5	Siswa SMK PU Jawa Barat	98,15%

4. Aspek Dokumentasi

Tahap Aspek dokumentasi menilai pengutipan segala sumber yang digunakan untuk pengembangan media dan juga izin penggunaan semua aset dan hak cipta penggunaan aset tertera. Dalam pengembangan simulator forensik *digital* banyak menggunakan aplikasi pihak ketiga. Seperti contohnya dalam melancarkan *SQL Injection* dan *XSS* menggunakan Nikto, maka pengembang perlu memberikan *credit* pada simulator (Gambar 3). Selain itu *credit* diberikan pada *script SSH Attack* seperti Gambar 4.



Gambar 3. Credit bagi Nikto

```

root@laptopattacker:~# ./ssh_attack.sh
Hydra v8.1 (c) 2014 by van Hauser/THC - Please do not use in mi
litary or secret service organizations, or for illegal purposes
.

[DEBUG] Output color flag is 1
Hydra (http://www.thc.org/thc-hydra) starting at 2021-09-11 18:
30:50

```

Gambar 4. Credit bagi SSH Attack (Hydra)

Pada Tabel 13, ahli media memberikan nilai dengan presentase rata-rata 90,97%. Tidak ada saran yang diberikan oleh ahli media dalam aspek dokumentasi. Pendokumentasian aplikasi dinilai telah cukup baik. Siswa SMK Negeri 2 Bandung memberikan nilai dengan presentase rata-rata 87,50% bagi aspek dokumentasi, presentase rata-rata nilai yang diberikan oleh siswa SMK Negeri 4 Bandung adalah 97,22%, siswa SMK Negeri 1 Cimahi memberikan nilai dengan presentase rata-rata 96,55% dan presentase rata-rata nilai yang diberikan oleh SMK PU Jawa Barat adalah 96,30%. Presentase rata-rata dari keseluruhan siswa bagi aspek dokumentasi adalah 94,39%.

Tabel 13. Analisis hasil penilaian metode Multimedia Mania pada aspek dokumentasi

No	Penilai	Rata-rata Presentase Aspek Dokumentasi Multimedia Mania
1	Ahli media	90,97%
2	Siswa SMK Negeri 2 Bandung	87,50%
3	Siswa SMK Negeri 4 Bandung	97,22%
4	Siswa SMK Negeri 1 Cimahi	96,55%
5	Siswa SMK PU Jawa Barat	96,30%

5. Aspek Kualitas Konten Multimedia

Aspek kualitas konten menilai bagaimana media menunjukkan bukti signifikan bahwa multimedia yang dikembangkan adalah asli hasil buah pikir dari pengembangnya, konten dan ide perlu baru, asli, dan inventif. Selain itu keterkaitan konten dengan kurikulum pun perlu diperhatikan dalam aspek ini, referensi yang diberikan jelas dan sesuai dengan fakta, konsep, serta sumber yang dikutip sehingga pengguna dapat menggunakan media sebagai alat bantu pembelajaran. Konten yang disediakan dalam multimedia pun mendukung tujuan pembelajaran yang diharapkan. Dalam pengembangannya, keterampilan berpikir tingkat tinggi perlu digunakan. Selain itu keseluruhan materi yang disajikan perlu selaras, informasi jelas, tepat, dan benar. Keselarasan konten pada simulator forensik *digital* ini disesuaikan dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar (KI/KD) pada kurikulum. Di SMK Negeri 1 Cimahi, simulator forensik *digital* diujikan pada kompetensi keahlian Sistem Informatika, Jaringan, dan Aplikasi (SIJA) yang mana pengembangan simulator ini berdasarkan KI/KD pada mata pelajaran Sistem Keamanan Jaringan (SKJ) yang meliputi 3.19 Menerapkan prosedur berbagai teknik *hacking*, 4.19 Mempraktikkan berbagai teknik *hacking* pada jaringan komputer, 3.20 Mengevaluasi berbagai teknik *hacking*, 4.20 Menyimpulkan kelebihan dan kekurangan berbagai teknik *hacking*, 3.21 Menganalisis permasalahan berbagai teknik *hacking*, dan 3.22 Mengevaluasi hasil berbagai *hacking*. Sedangkan di SMK Negeri 2 Bandung, SMK Negeri 4 Bandung, dan SMK PU Jawa Barat, simulator forensik *digital* diujikan pada kompetensi keahlian Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ) yang mana pengembangan simulator ini berdasarkan KI/KD pada mata pelajaran Administrasi Sistem Jaringan yang meliputi 3.16 Mengevaluasi sistem keamanan jaringan dan 4.16 Mengkonfigurasi sistem keamanan jaringan. Pada tabel 14, ahli media memberikan nilai dengan presentase rata-rata 91,54%. Saran yang diberikan oleh ahli media yaitu selain simulator dapat mensimulasikan serangan, diharapkan simulator pun dapat mensimulasikan bagaimana cara mengamankan server dari serangan. Siswa SMK Negeri 2 Bandung memberikan nilai dengan presentase rata-rata 97,44% untuk aspek kualitas konten, nilai yang diberikan oleh SMK Negeri 4 Bandung dengan presentase rata-rata 97,44%, siswa SMK Negeri 1 Cimahi memberikan nilai dengan presentase rata-rata 99,47% dan siswa SMK PU Jawa Barat memberikan nilai dengan presentase rata-rata 99,15%. Presentase rata-rata dari keseluruhan siswa untuk aspek kualitas konten adalah 98,37%.

Tabel 14. Analisis hasil penilaian metode Multimedia Mania pada aspek konten multimedia

No	Penilai	Rata-rata Presentase Aspek Konten Multimedia Multimedia Mania
1	Ahli media	91,54%
2	Siswa SMK Negeri 2 Bandung	97,44%
3	Siswa SMK Negeri 4 Bandung	97,44%
4	Siswa SMK Negeri 1 Cimahi	97,47%
5	Siswa SMK PU Jawa Barat	99,15%

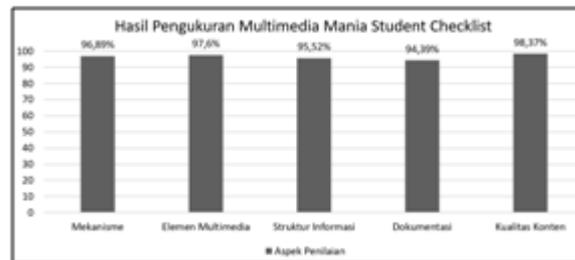
3.4. Evaluasi Hasil Penelitian

Berdasarkan ujicoba dan penilaian kelayakan simulator yang dilakukan oleh ahli (guru) dan siswa dengan menggunakan angket penilaian metode multimedia mania (*judges checklist* dan *student checklist*) dapat dievaluasi bahwa simulator forensik *digital* yang dikembangkan telah memenuhi unsur kelayakan dari sisi teknik multimedia yang ada didalamnya dengan rujukan penelitian [18]. Penilaian dari ahli dapat dilihat pada gambar 10, dimana setiap aspek dalam rubrik multimedia mania telah melebihi nilai 80% dan dengan rata-rata mencapai 89,22%.



Gambar 5. Hasil pengukuran kelayakan simulator forensik digital dengan multimedia mania judges checklist

Sementara itu hasil penilaian siswa terhadap kelayakan simulator dengan menggunakan rubrik multimedia mania *student checklist*, menunjukkan kelima aspek multimedia didalam simulator telah memenuhi unsur kelayakan dengan nilai diatas 80%. Gambar 6 menunjukkan hasil penilaian yang dilakukan oleh siswa terhadap simulator yang dikembangkan, dengan rata-rata keseluruhan aspek penilaian adalah 96,55%.



Gambar 6. Hasil pengukuran kelayakan simulator forensik digital dengan multimedia mania student checklist

Hasil yang diperoleh dari pengukuran kelayakan simulator forensik *digital*, menunjukkan bahwa aplikasi dapat digunakan dan layak dijadikan sebagai media ajar pembelajaran investigasi keamanan pada jaringan komputer. Penelitian sejenis yang dapat dijadikan sebagai bagian dari pengembangan aplikasi yaitu, dapat diarahkan dengan menambahkan fitur kolaboratif antar peserta didik saat menggunakan simulator seperti pada penelitian [22], mampu mengukur kemampuan berpikir komputasi peserta didik yang menggunakan simulator [23], serta mengukur kemampuan kognitif dari pengguna yang menggunakan simulator ini [24].

4. KESIMPULAN

Pengujian yang dilakukan terhadap simulator *digital* forensik yang dikembangkan digunakan untuk mengetahui sejauh mana simulator tersebut telah memenuhi unsur-unsur kelayakan untuk dijadikan sebagai media pembelajaran dan bahan ajar multimedia pada bidang investigasi keamanan jaringan komputer. Hal ini diperkuat dengan hasil penilaian menggunakan metode multimedia mania dengan melibatkan 5 aspek penting, yaitu mekanisme, elemen multimedia, struktur informasi, dokumentasi, dan kualitas konten multimedia.

1. Sisi penilai *judges checklist* yang dilakukan oleh guru-guru SMK tersebut diperoleh pengukuran aspek mekanisme sebesar 85,56%, aspek elemen multimedia sebesar 85,97%, aspek struktur informasi sebesar 86,11%, aspek dokumentasi sebesar 90,97%, dan aspek kualitas konten multimedia sebesar 91,54%, sehingga rata-rata penilaian kelayakan simulator mencapai nilai 89,22% dari sisi penilaian ahli.
2. Hasil penilaian dari *student checklist* diperoleh hasil pengukuran aspek mekanisme sebesar 96,89%, aspek elemen multimedia sebesar 97,60%, aspek struktur informasi sebesar 95,52%, aspek dokumentasi sebesar 94,39%, dan aspek kualitas konten multimedia sebesar 98,37%, sehingga rata-rata penilaian kelakan simulator mencapai 96,55% dari sisi penilaian siswa.
3. Hasil penilaian yang dilakukan baik oleh guru dan sistem pengguna simulator, diperoleh kesimpulan bahwa simulator yang dikembangkan telah memenuhi unsur-unsur kelayakan untuk dijadikan sebagai media pembelajaran dan bahan ajar multimedia pada bidang investigasi keamanan jaringan komputer.

Namun dalam penelitian ini masih dijumpai adanya kekurangan dan harapan yang disampaikan oleh ahli terkait dengan simulator forensik *digital* yang sedang dikembangkan, yaitu belum dapatnya simulator dijalankan oleh user secara bersamaan dalam satu skenario serangan, perlu pembenahan pada bagian antar muka simulator agar lebih *user friendly*, serta diharapkan simulator juga dapat mensimulasikan bagaimana cara mengamankan server dari serangan., Hal-hal tersebut akan menjadi masukan pada penelitian pengembangan simulator forensik *digital* selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih sebesar-besarnya peneliti sampaikan kepada Deputy Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset dan Teknologi/Ba Riset dan Inovasi Nasional sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2021 No: 369/UN40.LP/PT.01.03/2021 pada Hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2021. Ucapan terima kasih juga peneliti sampaikan kepada SMKN 2 Bandung, SMKN 4 Bandung, SMKN 1 Cimahi, dan SMK PU Jawa Barat, sebagai mitra penelitian dalam rangka uji coba dan evaluasi aplikasi simulator forensik digital yang dikembangkan. Terima kasih disampaikan atas kolaborasi peneliti dari Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Bandung, Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM) Bandung, dan Universitas Sangga Buana (USB) Bandung.

REFERENSI

- [1] R. Watrionthos, J. Jamaludin, O. K. Sulaiman, J. Simarmata, E. B. Wagi, A. F. Pakpahan, and A. Iskandar, *Forensik Digital*. Yayasan Kita Menulis, 2021.
- [2] R. E. Indrajit, "Forensik Komputer," *Forensik Komputer*, 2012.
- [3] B. Raharjo, *Sekilas Mengenai Forensik Digital*. Bandung Institute of Technology, 2013.
- [4] J. Simarmata, M. Abi Hamid, R. Ramadhani, D. Chamidah, L. Simanihuruk, M. Safitri, D. Napitupulu, M. Iqbal, and N. A. Salim, *Pendidikan Di Era Revolusi 4.0: Tuntutan, Kompetensi & Tantangan*. Yayasan Kita Menulis, 2020.
- [5] X. Xu, "Study on Effective Using of Multimedia Teaching System and Enhancing Teaching Effect," *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, vol. 12, no. 6, pp. 187–195, 2017.
- [6] Munir, W. Setiawan, E. P. Nugroho, J. Kusnendar, and A. P. Wibawa, "The Effectiveness of Multimedia in Education for Special Education (MESE) to Improve Reading Ability and Memorizing for Children with Intellectual Disability," *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, vol. 13, no. 8, pp. 254–263, 2018.
- [7] I. Afrianto, A. F. Faris, and S. Atin, "Hijaiyah letter interactive learning for mild mental retardation children using Gillingham method and augmented reality," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 10, no. 6, pp. 334–341, 2019.
- [8] G. Setiyarningsih, M. A. W. Prasetyo, and D. U. Hidayah, "Penerapan Aplikasi Media Pembelajaran pada SMP N 1 Nusawungu Berbasis Smartphone Android," *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, vol. 18, no. 2, pp. 246–256, 2019.
- [9] A. Wahyudinata and H. B. Dirgantara, "Pengembangan Gim Edukasi 2D Pemilahan Sampah Daur Ulang Berbasis Android," *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, vol. 20, no. 1, pp. 129–138, 2020.
- [10] I. Afrianto and R. M. Furqon, "The Herbalist Game Edukasi Pengobatan Herbal Berbasis Android," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 8, no. 2, p. 27, 2018.
- [11] I. Novianty, W. Sholihah, and Y. Aditama, "Aplikasi Virtual Reality Atom Kimia di Seamolec," *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, vol. 19, no. 2, pp. 257–262, 2020.
- [12] D. M. Rachmadani, "Simulasi Monitoring Tegangan pada Jaringan Transmisi Berbasis IOT," *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 131–135, 2021.
- [13] S. U. Kurniyawati and A. Prastowo, "Kontribusi Model Simulasi Tik untuk Menumbuhkan Berpikir Logis dalam Pembelajaran Matematika Kelas IV SD/MI," *Jurnal Teknologi Pendidikan (JTP)*, vol. 14, no. 2, p. 88, 2021.
- [14] B. Fachri and F. H. Harahap, "Simulasi Penggunaan Intrusion Detection System (IDS) sebagai Keamanan Jaringan dan Komputer," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 4, no. 2, p. 413, 2020.
- [15] K. Al Fikri and D. Djuniadi, "Keamanan Jaringan Menggunakan Switch Port Security," *InfoTekJar: Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan*, vol. 5, no. 2, pp. 302–307, 2021.
- [16] M. A. C. Rahmani and S. Prabowo, "Simulasi Keamanan Jaringan dengan Metode DHCP Snooping dan VLAN," *JASIKA (Jurnal Aplikasi Sistem Informasi dan Informatika)*, vol. 1, no. 01, pp. 27–37, 2020.
- [17] R. N. Sukmana and A. Ruhayat, "Analisis dan Perencanaan Ujian Online Menggunakan Netsupport School melalui PC Clonning," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 5, no. 2, pp. 29–43, 2016.
- [18] C. Shepherd and A. M. Mullane, "Managing Multimedia Mania: Taming The Technology Beast," *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, vol. 7, no. 1, 2010.
- [19] E. B. Vasu Ellen S, Jane Steelman, Judy Lambert, "Multimedia Mania Student Checklist," Tech. Rep. Draft 1, 2003.
- [20] C. M. Shepherd and A. M. Mullane, "Rubrics: The Key to Fairness in Performance Based Assessments," *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, vol. 5, no. 9, 2008.
- [21] E. P. Nugroho, R. Yuliana, E. Junaeti, J. Kusnendar, H. W. Prabawa, and Munir, "Using Simulation in Network Security Learning," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1280, no. 3, 2019.
- [22] I. N. Kanca, G. Ginaya, and N. N. Sri Astuti, "Collaborative Network Learning (CNL) on Students' Online Learning," *International Journal of Linguistics, Literature and Culture*, vol. 7, no. 5, pp. 362–370, 2021.
- [23] W. Wahyudin, A. M. Rishanty, M. Nursalman, S. Nazir, and L. S. Riza, "Learning Through Computer Science Unplugged on Team Assisted Individualization on The Computational Thinking Ability," *Linguistics and Culture Review*, vol. 5, no. S3, pp. 1442–1452, 2021.
- [24] A. N. Khoirunnisa, E. F. Rahman, and L. Dewi, "Interactive Multimedia Kolb Experiential Learning Model Using Logistic Regression Algorithm to Improve Student Cognitive," in *International Visual Informatics Conference*. Springer, 2021, pp. 195–204.

