

PENGEMBANGAN MULTIMEDIA INTERAKTIF BERBASIS COGNITIVE LOAD THEORY PADA MATA PELAJARAN INFORMATIKA KELAS X SMA

Rafiko Saputra¹, Abna Hidayati², Mutiara Felicita Amsal³, Rahmi Pratiwi⁴

Program Studi Teknologi Pendidikan, Fakultas Ilmu Pendidikan,

Universitas Negeri Padang

1rafikosaputraa01@gmail.com

2abnahidayati@fip.unp.ac.id

ABSTRACT

Informatics learning in the Merdeka Curriculum, particularly within the elements of Data Analysis (AD) and the Social Impact of Informatics (DSI) for Phase E (Class X), contains abstract, dense, and complex concepts that integrate computational logic and cyber law (UU ITE). This conceptual density often triggers cognitive overload in students' working memory, resulting in suboptimal learning engagement and outcomes. This study aims to develop a valid, practical, and instructionally sound interactive multimedia application based on Cognitive Load Theory (CLT) using Articulate Storyline. This research applies the Research and Development (R&D) method with the 4D development model (Define, Design, Develop, and Disseminate). The application incorporates explicit CLT principles: segmenting (breaking topics into learner-paced steps), modality (deploying Text-to-Speech AI narration to balance visual processing), and signaling (applying visual highlights to critical concepts). Data collection instruments comprised needs analysis forms, expert validation sheets, and practicality questionnaires filled out at SMAN 13 Padang. The empirical findings revealed that the multimedia validity reached 4.80 from material experts and 4.42 from media experts, both falling into the "Highly Valid" category. Moreover, the trial indicated high practicality ratings, scoring 4.52 from students' responses and 4.63 for cognitive load management efficiency ("Highly Practical"). The conclusion indicates that the CLT-based interactive multimedia application is valid, practical, and significantly optimizes students' cognitive architecture by minimizing extraneous cognitive load during complex informatics instruction.

Keywords: 4D Model, Cognitive Load Theory, Interactive Multimedia, Informatics

ABSTRAK

Pembelajaran Informatika dalam Kurikulum Merdeka, khususnya pada elemen Analisis Data (AD) dan Dampak Sosial Informatika (DSI) untuk Fase E (Kelas X), memuat konsep-konsep yang abstrak, padat, dan kompleks karena mengintegrasikan logika komputasional dan hukum siber (UU ITE). Kepadatan konseptual ini sering kali memicu beban kognitif berlebih (*cognitive overload*) pada memori kerja peserta didik, yang berdampak pada rendahnya keterlibatan dan hasil belajar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk multimedia interaktif berbasis *Cognitive Load Theory* (CLT) menggunakan perangkat lunak Articulate Storyline yang valid dan praktis. Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*). Aplikasi ini mengintegrasikan prinsip CLT secara eksplisit: *segmenting* (memecah materi menjadi potongan kecil yang dikontrol mandiri), *modality* (memanfaatkan narasi audio AI untuk menyeimbangkan beban visual),

dan *signaling* (memberikan penanda visual pada konsep kunci). Instrumen pengumpulan data meliputi angket analisis kebutuhan, lembar validasi ahli, serta angket kepraktisan di SMAN 13 Padang. Temuan empiris menunjukkan bahwa validitas multimedia mencapai 4,80 dari ahli materi dan 4,42 dari ahli media, yang keduanya berkategori "Sangat Valid". Selain itu, uji coba menunjukkan tingkat kepraktisan yang tinggi, dengan skor 4,52 dari respon peserta didik dan 4,63 untuk efisiensi manajemen beban kognitif ("Sangat Praktis"). Disimpulkan bahwa multimedia interaktif berbasis CLT ini valid, praktis, dan secara signifikan mampu mengoptimalkan arsitektur kognitif siswa dengan meminimalkan beban kognitif tidak relevan selama pembelajaran Informatika yang kompleks.

Kata Kunci: *Cognitive Load Theory*, Multimedia Interaktif, Informatika, Model 4D

A. Pendahuluan

Pendidikan abad ke-21 menuntut adanya transformasi radikal dalam implementasi media pembelajaran di ruang kelas, sejalan dengan tuntutan Kurikulum Merdeka yang menekankan pada pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student-centered learning*). Pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) Kurikulum Merdeka Fase E (Kelas X), mata pelajaran Informatika hadir sebagai instrumen esensial untuk membekali peserta didik dengan kecakapan berpikir komputasional, literasi data, dan kesadaran digital. Fokus pembelajaran tidak lagi terbatas pada penguasaan keterampilan teknis, melainkan bergeser pada penguatan literasi berpikir komputasional yang menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi. Di antara elemen-elemen materi yang tercantum dalam Capaian

Pembelajaran (CP) Informatika, elemen Analisis Data (AD) dan Dampak Sosial Informatika (DSI) merupakan dua pilar utama yang saling beririsan dan memiliki urgensi tinggi untuk dikuasai secara simultan. Berdasarkan Keputusan Kepala (Keputusan Kepala BSKAP Nomor 046/H/KR/2025, 2025), kedua elemen ini menuntut peserta didik untuk melampaui pemahaman prosedural dan menguasai kompetensi literasi digital pada tingkat lanjut.

Namun, kondisi nyata di lapangan menunjukkan adanya hambatan kognitif yang besar dalam mencapai target kurikulum tersebut. Berdasarkan hasil wawancara terstruktur dengan guru pengampu mata pelajaran Informatika di SMA Negeri 13 Padang, permasalahan utama tidak terletak pada aspek teknis penggunaan teknologi, melainkan pada rendahnya kemampuan literasi

kritis peserta didik. Peserta didik menunjukkan kecenderungan untuk langsung menyebarkan informasi yang diperoleh dari media digital tanpa terlebih dahulu melakukan proses verifikasi atau pemeriksaan kebenaran sumber. Lemahnya kemampuan validasi informasi ini diperparah oleh fakta bahwa media pembelajaran yang digunakan oleh guru masih bersifat konvensional dan belum didukung oleh media yang secara khusus dirancang dengan mempertimbangkan karakteristik kognitif peserta didik pada materi Informatika. Guru masih mengandalkan video atau sumber belajar dari internet, seperti video dari YouTube dan tautan situs web, yang tidak terintegrasi secara sistematis. Kondisi ini berdampak pada penyajian materi yang cenderung satu arah, minim visualisasi yang relevan, dan kurang melibatkan peserta didik secara aktif.

Guna memperkuat identifikasi masalah ini secara empiris, peneliti melakukan pengumpulan data kuantitatif melalui penyebaran kuesioner berbasis daring kepada peserta didik kelas X di SMA Negeri 13 Padang. Analisis usaha mental peserta didik menggunakan Skala

Usaha Mental Paas menunjukkan dominasi beban kognitif yang tinggi dalam pembelajaran Informatika. Sebanyak 80% dari total responden (24 siswa) melaporkan bahwa mereka harus mengerahkan usaha mental yang signifikan untuk memproses materi yang dipelajari. Secara rinci, 36,7% siswa berada pada kategori usaha mental sedang, 23,3% pada kategori melelahkan, dan 16,7% pada kategori sangat melelahkan. Nilai rata-rata usaha mental yang diperoleh sebesar 3,37 pada skala 5,00 mengindikasikan bahwa proses pembelajaran berlangsung dengan tuntutan kognitif yang relatif tinggi. Secara akademik, temuan ini menunjukkan adanya kecenderungan beban kognitif yang tinggi, yang berpotensi melampaui kapasitas pemrosesan memori kerja peserta didik apabila tidak dikelola melalui desain pembelajaran yang tepat.

Kondisi tersebut menegaskan urgensi perlunya intervensi instruksional berbasis *Cognitive Load Theory* (CLT) sebagaimana dikemukakan oleh (Sweller, 1988). Mengingat keterbatasan kapasitas memori kerja manusia yang hanya mampu memproses sejumlah informasi secara simultan,

pengelolaan beban kognitif menjadi prasyarat utama agar proses pembelajaran selaras dengan keterbatasan arsitektur kognitif manusia. Menurut (Sweller dkk., 1998), beban kognitif sangat ditentukan oleh tingkat interaktivitas elemen (*element interactivity*), di mana materi yang mengharuskan banyak elemen informasi diproses secara simultan akan meningkatkan beban kerja kerja mental secara signifikan. Di era digital, media pembelajaran telah berevolusi dari format statis menjadi dinamis dan interaktif, di mana istilah multimedia merujuk pada integrasi berbagai format media seperti teks, gambar, audio, animasi, dan video ke dalam satu kesatuan digital yang kohesif sebagaimana dikemukakan oleh (Saputri dkk., 2022). Menurut (Mayer, 2021), pembelajaran multimedia yang bermakna hanya dapat terjadi apabila peserta didik secara aktif membangun keterkaitan mental antara representasi verbal dan representasi visual yang disajikan. Ketika medium ini dilengkapi dengan sistem kontrol yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi menentukan alur informasi, maka ia bertransformasi

menjadi multimedia interaktif menurut (Akyuna dkk., 2025).

Penerapan multimedia interaktif menurut (Putri dkk., 2024) adalah sebuah sistem penyampaian pesan pembelajaran yang tidak hanya menyajikan konten multi-format, tetapi juga secara aktif melibatkan peserta didik dalam proses belajar melalui navigasi dan simulasi. Dalam konteks CLT, interaktivitas berfungsi sebagai mekanisme kontrol yang memungkinkan siswa untuk mengelola laju pemrosesan informasi (*self-pacing*), yang secara sistematis mereduksi risiko terjadinya *cognitive overload* saat menghadapi materi yang kompleks. Hal ini didukung oleh pendapat (Munir dkk., 2018) bahwa perpaduan berbagai format file digital sangat efektif untuk mengantarkan pesan kepada publik secara interaktif. Komponen komunikasi dua arah menurut (Al Ilahiyah, 2024) dan (Olvah dkk., 2024) memberikan ruang kendali penuh bagi pengguna. Senada dengan itu, (Diana dkk., 2024) menyatakan multimedia interaktif dilengkapi alat pengontrol yang dapat dijalankan oleh pengguna sehingga pengguna dapat memilih apa yang dikehendaki untuk proses selanjutnya. Melalui kelebihan multimedia interaktif

yang dirumuskan oleh Chandra (Ramadhan dkk., 2025), visualisasi materi yang abstrak dapat meningkatkan retensi daya ingat dan memotivasi aktivitas belajar individual maupun kelompok. Berdasarkan penelitian terbaru oleh (Hamidi dkk., 2025), pemanfaatan teori beban kognitif dalam desain multimedia terbukti secara konsisten mampu mentransformasi dinamika pembelajaran pasif menjadi aktif guna memaksimalkan transfer pengetahuan ke memori jangka panjang.

Fokus utama penelitian ini diarahkan pada pengembangan multimedia interaktif yang mengadopsi tiga prinsip inti CLT dari (Mayer, 2021) dan (Sweller, 2020), yaitu prinsip segmentasi, prinsip modalitas, dan prinsip contoh terpandu. Literasi digital sejati melampaui kemampuan teknis dasar dan harus mencakup aspek kritis kognitif tingkat tinggi menurut (Sutrisna, 2020) serta (Al-Aufa dkk., 2022). Pilar *Digital Ethics* dan *Digital Skills* yang diadopsi dari kerangka Kominfo oleh (Wardani dkk., 2023) serta (Syam dkk., 2024) menjadi dasar operasional materi pada elemen AD dan DSI dalam penelitian ini.

Tujuan utama dari penelitian pengembangan ini adalah mendeskripsikan prosedur pembuatan produk serta menganalisis tingkat kevalidan teoretis dan kepraktisan empiris multimedia interaktif berbasis *Cognitive Load Theory* (CLT) sebagai solusi instruksional yang aplikatif pada mata pelajaran Informatika Kelas X SMA Negeri 13 Padang.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D) dengan merujuk pada metodologi (Sugiyono, 2017). Dalam pelaksanaannya, penelitian ini mengadopsi model pengembangan 4D (*Four-D Model*) yang diformulasikan oleh (Thiagarajan dkk., 1974). Model ini terdiri atas empat tahapan utama yang logis dan berurutan, yaitu *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran). Serupa dengan yang ditegaskan oleh (Rahayu, 2025), model 4D menyediakan kerangka kerja yang kokoh dan sistematis untuk menghasilkan produk perangkat

pembelajaran yang teruji validitas dan praktikalitasnya karena didasarkan pada analisis kebutuhan yang mendalam.

Prosedur pelaksanaan penelitian langsung melalui langkah-langkah berikut:

1. Tahap *Define* (Pendefinisian):

Melakukan analisis awal untuk memvalidasi fenomena kejanggalan di SMA Negeri 13 Padang melalui wawancara guru, observasi kelas, dan penyebaran angket beban kognitif awal siswa. Selanjutnya dilaksanakan analisis peserta didik (*analisis pembelajar*) untuk pemetaan karakteristik 24 siswa kelas X, analisis tugas untuk keterampilan keterampilan Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka Fase E, analisis konsep untuk menjabarkan prinsip CLT, serta perumusan tujuan pembelajaran spesifik.

2. Tahap *Perancangan* (Perancangan):

Peneliti menyiapkan media cetak biru (*blueprint*) meliputi penyusunan *flowchart* program navigasi, pembuatan papan cerita (*storyboard*) sebagai

representasi visual naskah, pemilihan format media publikasi berupa HTML5 melalui perangkat lunak Articulate Storyline 3, serta perancangan aset grafis menggunakan platform Canva.

3. Tahap *Pengembangan* (Pengembangan):

Merealisasikan rencana menjadi rancangan produk fungsional. Langkah ini melibatkan uji validitas oleh para ahli (satu ahli materi yaitu guru Informatika sekolah target, dan dua ahli media yaitu dosen Program Studi Teknologi Pendidikan Universitas Negeri Padang). Data kualitatif berupa kritik saran dikumpulkan bersama data kuantitatif skala Likert. Setelah draf direvisi, dilakukan uji praktikalitas lapangan terbatas pada satu kelas yang terdiri atas 38 peserta didik kelas X SMA Negeri 13 Padang menggunakan angket respon siswa dan instrumen Skala Usaha Mental Paas (1992).

4. Tahap *Disseminate* (Penyebaran):

Penyebaran produk hasil pengembangan dilakukan secara terbatas dalam

bentuk luring (*offline*) kepada tiga guru mata pelajaran Informatika tingkat SMA sebagai media pendukung pembelajaran.

Seluruh instrumen pengumpulan data kuantitatif dirancang menggunakan modifikasi Skala Likert dengan rentang skor 1 sampai 5 untuk meminimalkan kecenderungan jawaban netral. Kriteria penilaian kuantitatif dijabarkan sebagai berikut: Skor 5 (Sangat Baik), Skor 4 (Baik), Skor 3 (Cukup), Skor 2 (Kurang), dan Skor 1 (Sangat Kurang). Data kuantitatif yang telah terkumpul selanjutnya dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif persentase dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan: $\bar{x}$ merupakan skor rata-rata, $\sum x$ merupakan jumlah skor keseluruhan yang diperoleh, dan (n) merupakan jumlah responden. Nilai rata-rata yang diperoleh kemudian dikonversikan ke dalam kategori kualitatif untuk menentukan tingkat kelayakan produk yang dikembangkan. Kriteria interpretasi skor mengacu pada skala yang diadaptasi dari (Hendri, 2017), yaitu skor lebih dari 4,01 dikategorikan

sebagai sangat valid/sangat praktis, skor lebih dari 3,34 sampai dengan 4,01 dikategorikan sebagai valid/praktis, skor lebih dari 2,26 sampai dengan 3,34 dikategorikan sebagai cukup valid/cukup praktis, skor lebih dari 1,19 sampai dengan 2,26 dikategorikan sebagai tidak valid/tidak praktis, sedangkan skor kurang dari atau sama dengan 1,19 dikategorikan sebagai sangat tidak valid/sangat tidak praktis. Kriteria tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan tingkat validitas dan praktikalitas multimedia interaktif yang dikembangkan.

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Hasil Penelitian

Proses pengembangan perangkat lunak pembelajaran menggunakan authoring tool Articulate Storyline 3 berhasil diwujudkan dalam format file responsif HTML5. Struktur media dirancang minimalis tanpa elemen dekoratif yang tidak relevan demi memenuhi prinsip koherensi CLT. Halaman awal memuat judul materi Informatika Kelas X Fase E. Layar kedua memuat sistem log-in input nama panggilan guna mengaktifkan variabel personalisasi (*nama pengguna*) pada

setiap sudut atas layar. Menu utama (*Beranda*) dikondisikan menjadi tiga terminal navigasi utama: Tujuan Pembelajaran (Capaian Pembelajaran poin demi poin), Materi Inti (Analisis Data dan Dampak Sosial Informatika), serta Kesimpulan Pembelajaran. Pada materi Analisis Data, teks disajikan dalam bentuk potongan pendek (*chunking*) disertai tombol audio narasi interaktif berdasarkan prinsip modalitas. Media ini juga menyediakan menu Simulasi AD (uji validitas berita *hoaks* dan visualisasi data) serta Simulasi DSI (fitur *hotspot* sensor NIK pada KTP digital) berbasis *contoh kerja* , diikuti 10 butir soal kuis evaluasi pilihan ganda.

Validitas data teoritis naskah diperoleh dari lembar penilaian angket ahli materi. Hasil evaluasi ahli materi yang mencakup aspek kelayakan isi (kesesuaian CP dan akurasi konsep), aspek kebahasaan (komunikatif sesuai perkembangan kognitif siswa), dan aspek penyajian (sistematika materi dan contoh terbimbing) dirinci pada Tabel berikut

Aspek	Variabel	Indikator	Penilaian
Materi	Kelayakan Isi	1	5
		2	5
		3	4
		4	5
	Kebahasaan	5	5
		6	5
		7	5
	Penyajian	8	4
		9	5
		10	5
Jumlah		10	48
Rata-rata			4,80 (Sangat Valid)

Berdasarkan Tabel 1, perolehan jumlah skor sebesar 48 menghasilkan nilai rata-rata keseluruhan sebesar 4,80. Merujuk pada kriteria interpretasi skor, maka kualitas materi pada multimedia interaktif dipecah “Sangat Valid”. Konten dinilai akurat, relevan dengan konteks kehidupan remaja, memiliki alur sebab-akibat yang logis, serta dilengkapi feedback langsung pada kuis untuk memperbaiki miskonsepsi secara langsung.

Selanjutnya, validitas data desain media dihitung dari dua orang validator ahli media melalui 19 indikator pengukur kecukupan implementasi prinsip CLT, komunikasi visual, serta aspek teknis perangkat

:

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli Materi

lunak. Data kuantitatif penilaian ahli media dipaparkan pada Tabel 2:

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Media

Aspek	Variabel	Indikator	Validator	
			I	II
Media	Penerapan CLT	1	4	4
		2	4	4
		3	5	5
		4	5	4
		5	5	4
		6	4	5
		7	4	4
	Komunikasi	8	5	4
		9	5	4
	Visual	10	5	5
		11	4	4
		12	4	5
		13	5	5
	Teknis & Software	14	4	5
		15	4	4
		16	5	4
		17	5	4
		18	4	5
		19	4	4
Jumlah		19	85	83
Rata-rata			4,47	4,37
Rata-rata Total			4,42	
			(Sangat Valid)	

Berdasarkan Tabel 2, hasil penilaian dari Validator Media I memperoleh skor rata-rata 4,47 dan Validator Media II sebesar 4,37. Akumulasi rata-rata gabungan kedua ahli media adalah 4,42 yang diklasifikasikan ke dalam kategori "Sangat Valid". Media dinyatakan

memenuhi standar estetika tata letak layar lebar (16:9), keterbacaan tipografi yang konsisten, kualitas audio/SFX yang jernih, serta fungsionalitas tombol trigger navigasi dan variabel skor yang berjalan akurat bebas dari kendala teknis (*bug*).

Meskipun masuk kriteria valid, peneliti tetap melakukan sembilan perbaikan produk berdasarkan catatan kualitatif validator. Revisi tersebut meliputi: optimalisasi ukuran font dan kontras warna naskah judul halaman awal; memberikan efek guratan hitam/putih pada kolom input identitas; pembaruan representasi ikon profil dan petunjuk; perubahan menu Home menjadi tiga tombol terpadu; penambahan variabel username dinamis di setiap layer; penebalan (*tebal*) istilah kunci dilengkapi ikon penanda visual; integrasi foto gambar KTP asli pada studi kasus privasi; penjelasan narasi instruksi pada tombol menu simulasi; serta pembaruan visualisasi lembar skor hasil akhir kuis evaluasi.

Uji praktikalitas lapangan dilaksanakan kepada 38 orang peserta didik untuk mengukur tingkat kepraktisan empiris penggunaan produk di ruang kelas. Angket respon siswa mengukur tiga dimensi utama

yaitu kemudahan penggunaan (*usability*), aspek kognitif, serta minat dan motivasi belajar. Hasil akhir data praktikalitas siswa dirangkum pada Tabel 3:

Tabel 3. Data Hasil Analisis Uji Praktikalitas			
No	Dimensi	Skor Rata-rata	Kategori
1	Kemudahan Penggunaan (<i>Usability</i>)	4,38	Sangat Praktis
2	Aspek Kognitif (Bantuan Pemahaman)	4,58	Sangat Praktis
3	Minat dan Motivasi Belajar	4,65	Sangat Praktis
Rata-rata Akumulatif		4,52	Sangat Praktis

Data empiris pada Tabel 3 menunjukkan bahwa skor rata-rata respon siswa berada pada angka 4,52 ("Sangat Praktis"). Dimensi minat dan motivasi mencatatkan skor tertinggi (4,65) karena didukung unsur audio-visual animasi yang interaktif. Bukti final keberhasilan pengelolaan beban mental diukur menggunakan kuesioner Skala Usaha Mental Paas pasca-penggunaan media. Hasil analisis kuantitatif menunjukkan skor

praktikalitas efisiensi pengelolaan beban kognitif mencapai rata-rata 4,63 ("Sangat Praktis"). Mayoritas mutlak siswa memilih indikator tingkat usaha mental pada kategori skala 1 atau 2 ("Sangat Ringan" hingga "Ringan"). Hal ini membuktikan produk sukses menjadi alat penunjang belajar yang ramah otak.

2. Pembahasan

Temuan ilmiah dalam penelitian pengembangan ini membuktikan secara konsisten kebenaran teori yang dipaparkan dalam literatur terdahulu. Penerapan model pengembangan 4D terbukti sangat efektif dan sistematis dalam melahirkan media pembelajaran digital yang berkualitas tinggi. Hal ini selaras dengan simpulan penelitian dari (Hidayat & Purwandari, 2025), (Ansori dkk., 2024), serta (Al Ilahiyah, 2024) bahwa tahapan 4D menghasilkan produk multimedia interaktif berbasis Articulate Storyline yang berkategori sangat valid dan praktis untuk mereduksi kompleksitas konsep abstrak. Keberhasilan produk ini dalam mencapai tingkat validitas materi sebesar 4,80 dan validitas media sebesar 4,42 didorong oleh akurasi desain instruksional yang

berlandaskan pada arsitektur kognitif manusia.

Sebelum adanya intervensi media ini, 80% peserta didik mengalami kelelahan mental yang signifikan (skor usaha mental 3,37) akibat penggunaan media konvensional yang padat teks dan video YouTube bertempo cepat. Masalah tersebut dijelaskan oleh Sweller (2020) sebagai kegagalan mengelola beban kognitif ekstrinsik (*extrinsic load*) yang memicu terjadinya *beban kognitif* pada kapasitas memori kerja peserta didik yang terbatas. Pembobolan memori kerja ini menghabiskan sumber daya otak siswa sebelum informasi berhasil ditransfer ke memori jangka panjang. Senada dengan penelitian (Winarti dkk., 2024), visualisasi interaktif yang mengadopsi prinsip CLT terbukti ampuh mengatasi hambatan pengunduhan informasi tersebut.

Mekanisme pengurangan beban luar pada multimedia interaktif ini bertumpu pada pengadopsian tiga prinsip CLT secara simultan menurut teori (Mayer, 2021). Pertama, prinsip segmentasi memecah materi rumit Analisis Data Fase E menjadi modul-modul kecil (*chunking process*) sehingga siswa dapat belajar sesuai

kecepatan memproses informasi mereka sendiri (*self-pacing*). Kedua, prinsip modalitas mengalihkan beban teks panjang menjadi narasi audio, sehingga membagi beban secara seimbang antara saluran visual dan saluran auditori siswa guna menghindari efek *split-attention*. Ketiga, contoh prinsip terpandu (*contoh yang dikerjakan*) yang didukung oleh teori (Chen dkk., 2023) serta (Hadi, 2022) menyajikan perancah kognitif (*scaffolding*) berupa simulasi bertahap klik demi klik, sehingga melatih kemampuan berpikir kritis pembelajar pemula secara terarah tanpa memicu kesulitan teknis.

Ditinjau dari *Cone of Experience* Edgar Dale, perolehan nilai praktikalitas beban kognitif sebesar 4,63 dicapai karena media ini memfasilitasi aktivitas pengalaman belajar langsung (*learning by doing*) melalui berbagai simulasi interaktif. Siswa tidak lagi menjadi penonton pasif, melainkan berpartisipasi aktif menyensor area privasi data KTP dan memvalidasi berita. Sesuai dengan tujuan utama Kurikulum Merdeka yang menekankan *pembelajaran mendalam* , minimalnya beban kognitif luar (*ekstrinsik*) menyisakan ruang

kapasitas memori kerja yang luas bagi siswa untuk mengaktifkan beban germane (*beban kognitif germane*). Dengan demikian, proses pembentukan, pengintegrasian, dan otomatisasi skema pengetahuan baru dapat berjalan optimal, sehingga kompetensi literasi digital lanjut siswa SMA dapat terwujud secara berkelanjutan.

D. Kesimpulan

Berdasarkan seluruh rangkaian proses pengembangan, pengujian, dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa multimedia interaktif berbasis *Cognitive Load Theory* (CLT) pada materi Dampak Sosial Informatika berhasil dikembangkan secara sistematis menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*) dengan bantuan perangkat lunak Articulate Storyline 3. Produk yang dihasilkan berupa multimedia interaktif berformat HTML5 yang dirancang dengan prinsip brain-friendly design untuk membantu siswa mengelola beban kognitif selama proses pembelajaran. Hasil validasi menunjukkan bahwa multimedia interaktif yang dikembangkan memiliki tingkat

validitas yang sangat tinggi, yang ditunjukkan oleh skor rata-rata validitas materi sebesar 4,80 dengan kategori “Sangat Valid” dan skor rata-rata validitas desain media sebesar 4,42 dengan kategori “Sangat Valid”. Selain itu, hasil uji praktikalitas menunjukkan bahwa multimedia interaktif ini sangat praktis digunakan dalam pembelajaran, yang dibuktikan melalui skor rata-rata respons siswa sebesar 4,52 dengan kategori “Sangat Praktis” serta skor efisiensi pengelolaan beban kognitif subjektif sebesar 4,63 dengan kategori “Sangat Praktis”. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa multimedia interaktif yang dikembangkan mampu membantu mengurangi kelelahan mental siswa serta mendukung proses belajar yang lebih efektif dan nyaman.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, disarankan kepada pendidik untuk memanfaatkan multimedia interaktif ini secara fleksibel sebagai sumber belajar mandiri maupun pendukung pembelajaran di kelas. Penggunaan earphone juga direkomendasikan agar penyampaian stimulus audio-visual dapat diterima secara optimal oleh peserta didik. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk

mengembangkan multimedia serupa pada materi Informatika lainnya yang memiliki tingkat beban kognitif intrinsik tinggi, seperti materi algoritma pencarian dan pengurutan pada elemen Berpikir Komputasional. Selain itu, pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan mengonversi multimedia ke dalam bentuk aplikasi seluler (*mobile native application*) guna meningkatkan kenyamanan penggunaan pada perangkat smartphone. Penelitian berikutnya juga diharapkan dapat menerapkan desain eksperimen kuantitatif, seperti pretest-posttest control group design, untuk mengukur efektivitas multimedia interaktif terhadap peningkatan hasil belajar kognitif siswa secara lebih objektif dan komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Akyuna, R. Q., Wahyuni, A. D., & Mintasih, D. (2025). Peran media pembelajaran interaktif dalam meningkatkan partisipasi peserta didik. *ASASWATANDHIM: Jurnal Hukum, Pendidikan & Sosial Keagamaan*, 5(1), 121–132.
- Al Ilahiyah, I. (2024). Pengembangan Multimedia Interaktif Menggunakan Articulate Storyline 3 Berbasis Kontekstual untuk Meningkatkan Kemampuan Menyelesaikan Soal Bangun Datar. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 4(2), 581–592.
<https://doi.org/10.51454/decode.v4i2.376>
- Al-Aufa, B., Huda, C., & Sastramiharja, E. J. (2022). Literasi digital: Sebuah tinjauan sistematis. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 7405–7416.
- Ansori, M. Z., Faiza, D., Thamrin, & Efrizon. (2024). Development of digital circuits learning media using Articulate Storyline with the 4D model. *Journal of Hypermedia and Technology-Enhanced Learning*, 2(3), 338–351.
<https://doi.org/10.58536/j-hytel.v2i3.145>
- Chen, O., Pachman, M., & Kalyuga, S. (2023). Learning Multiple Domains in One Session: Effects of Blocked versus Interleaved Practice. *Applied Cognitive Psychology*, 37(6), 1147–1158.
- Diana, L. M., Wulandari, A. Y. R., & Melliana, W. (2024). Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Android dengan Model Problem Based Learning Pada Pelajaran Informatika. *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 4(3), 1011–1021.
<https://doi.org/10.51454/decode.v4i3.551>
- Hadi, S. (2022). Pengembangan bahan ajar matematika berbasis Cognitive Load Theory tipe worked example. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 16(2), 145–156.
- Hamidi, A., Sari, D. P., & Pratama, R. A. (2025). Pengembangan multimedia interaktif berbasis teori Bruner menggunakan Smart App Creator 3. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 27(1), 55–67.
- Hendri, N. (2017). Pengembangan Multimedia Interaktif Menggunakan Adobe Captivate 7.0 pada Mata Kuliah Dasar-Dasar Komputer. *Novrianti*, 2(2), 121–128.
- Hidayat, & Purwandari. (2025). Sistematika Review: Differentiated Learning Models for Diverse Students in Primary Schools. *Proceedings*
<https://conferenceproceedings.ump.ac.id/pssh/article/view/1700>
- Keputusan Kepala BSKAP Nomor 046/H/KR/2025. (2025). Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia. https://uploads.belajar.id/document/files/Kepka_BSKAP_No_01k17e8396ajn15j3hcw0k773b.pdf
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3rd, Ed.). Cambridge University Press.
- Munir, M., Setiawan, W., Nugroho, E. P., Kusnendar, J., & Wibawa, A. P. (2018). 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 (IJET)*, 13(08), 254.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v13i08.8291>
- Olvah, M., Supriyono, & Rahayuningsih, S. (2024). Multimedia Interaktif untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif pada Materi Daerah Tempat Tinggalku untuk Siswa Kelas IV. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(2).
- Putri, S. M. S., Latief, M., & Yassin, R. M. T. (2024). Pengembangan media pembelajaran berbasis multimedia interaktif pada materi keragaman komunikasi. *Inverted: Journal of Information Technology Education*, 4(2), 116–125.
- Rahayu, A. (2025). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Pemahaman, Jenis dan Tahapan. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(3), 459–470.
<https://doi.org/10.54259/diajar.v4i3.5092>
- Ramadhan, C., Senubekti, M. A., & Nurdiansyah, N. (2025). Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Melalui Media Interaktif Berbasis Multimedia. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika*, 4(2), 41–46.
<https://doi.org/10.55606/jtmei.v4i2.5010>
- Saputri, I., Hasibuan, M. A., Aisah, N., Sutra, S. O., & Ikhwan, A. (2022). Multimedia interaktif sebagai sarana pembelajaran dalam peningkatan prestasi siswa di sekolah pada masa pandemi. *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi (JPST)*, 1(2), 361–363.
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sutrisna, P. D. (2020). Literasi digital: Kecakapan hidup (life skills) di era milenial. *Jurnal Soshum: Jurnal Sosial Dan Humaniora*, 10(3), 273–281.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285.
- Sweller, J. (2020). Cognitive Load Theory and Educational Technology. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 1–16.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296.
<https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>
- Syam, S., Erniati, E., Jumriati, J., & Syukriady, D. (2024). Literasi digital: Pengaruhnya terhadap minat baca siswa SMA. *Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran*, 4(3), 2016–2028.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children*. Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota.
- Wardani, A., Hayati, K., Suprayitno, D., & Hartanto, H. (2023). Gen Z dan empat pilar literasi digital. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 4(4), 3995–4002.
- Winarti, A., Karenina, T., & Syahmani. (2024). Pengembangan multimedia interaktif berbasis Articulate Storyline pada materi kimia koloid. *JCAE: Journal of Chemistry and Education*, 7(3), 210–221.
<https://doi.org/10.20527/jcae.v7i3.2619>