

TEORI MULTIMEDIA PEMBELAJARAN: LANDASAN KOGNITIF DAN IMPLIKASI DESAIN INSTRUKSIONAL

Jules Nurhatmi

Universitas Jambi, Indonesia

jules.nh@unja.ac.id

Abstract

This conceptual article explores the cognitive foundations of multimedia learning by integrating Richard Mayer's Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML) and John Sweller's Cognitive Load Theory (CLT). The paper clarifies core definitions, components, and assumptions underlying how learners process verbal and visual information. It presents Mayer's empirically supported multimedia principles, discusses major types of multimedia—including static, dynamic, interactive, AR/VR, and AI-based media—and examines key design considerations such as cognitive load management, visual design, pedagogical alignment, universal design, and user experience. The article also reviews common misconceptions, implementation challenges, and equity issues in multimedia learning. A 4P Conceptual Framework (Principles, Pedagogy, Production, Performance) is proposed to guide theoretically grounded instructional design and continuous improvement. The discussion highlights theoretical insights and practical implications for educators and instructional designers in developing meaningful, efficient, and inclusive multimedia learning environments.

Keywords: multimedia learning; cognitive theory; Cognitive Load Theory; instructional design; multimedia principles; conceptual framework

Abstrak

Artikel konseptual ini mengkaji landasan kognitif multimedia pembelajaran melalui integrasi *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (CTML) dari Richard Mayer dan *Cognitive Load Theory* (CLT) dari John Sweller. Pembahasan mencakup definisi, komponen, serta asumsi dasar mengenai bagaimana peserta didik memproses informasi verbal dan visual. Artikel ini menguraikan prinsip-prinsip multimedia Mayer yang berbasis bukti, jenis-jenis multimedia seperti media statis, dinamis, interaktif, AR/VR, dan media berbasis AI, serta prinsip desain yang meliputi manajemen beban kognitif, desain visual, keselarasan pedagogis, universal *design*, dan pengalaman pengguna. Tantangan implementasi, miskonsepsi umum, serta isu akses dan ekuitas juga dibahas secara kritis. Sebagai kontribusi konseptual, artikel ini mengusulkan Kerangka 4P—*Principles, Pedagogy, Production, Performance*—sebagai panduan holistik bagi desain instruksional yang berlandaskan teori dan berorientasi pada perbaikan berkelanjutan. Artikel ini menekankan implikasi teoretis dan praktis bagi pendidik dan desainer instruksional dalam mengembangkan pembelajaran multimedia yang efektif, bermakna, dan inklusif.

Kata Kunci: multimedia pembelajaran; teori kognitif; cognitive load theory; desain instruksional; prinsip multimedia; kerangka konseptual

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mengubah lanskap pendidikan secara fundamental. Pembelajaran tidak lagi terbatas pada teks dan papan tulis, melainkan telah berkembang menjadi pengalaman multisensori yang mengintegrasikan berbagai modalitas—teks, gambar, audio, video, animasi, dan interaktivitas. Multimedia pembelajaran kini menjadi komponen integral dalam desain instruksional modern, baik dalam pembelajaran tatap muka, daring, maupun hibrida [1].

Meskipun penggunaan multimedia dalam pendidikan semakin meluas, masih terdapat kesenjangan konseptual yang signifikan dalam pemahaman tentang mengapa dan bagaimana multimedia dapat meningkatkan pembelajaran. Banyak pendidik dan desainer instruksional mengadopsi teknologi multimedia tanpa landasan teoretis yang memadai, sehingga implementasi sering kali tidak optimal atau bahkan kontraproduktif [2]. Fenomena ini menimbulkan pertanyaan kritis: apa yang membuat multimedia efektif untuk pembelajaran? Prinsip-prinsip kognitif apa yang harus dipertimbangkan dalam desain multimedia?

Kesenjangan pemahaman ini memerlukan kajian mendalam tentang teori-teori yang mendasari efektivitas multimedia pembelajaran. Tanpa pemahaman teoretis yang solid, penggunaan multimedia berisiko menjadi sekadar "hiasan teknologi" yang tidak memberikan nilai tambah pedagogis, atau bahkan dapat menimbulkan beban kognitif berlebihan yang menghambat pembelajaran [3].

Artikel konseptual ini bertujuan untuk menjelaskan secara sistematis teori-teori utama yang mendasari pembelajaran multimedia, dengan fokus khusus pada *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (CTML) yang dikembangkan oleh Richard Mayer dan *Cognitive Load Theory* (CLT) yang dirumuskan oleh John Sweller. Artikel ini juga akan mengintegrasikan prinsip-prinsip desain berbasis bukti, jenis-jenis multimedia, dan tantangan implementasi ke dalam sebuah kerangka konseptual yang koheren. Melalui sintesis teoretis ini, diharapkan pendidik, desainer instruksional, dan peneliti dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana merancang dan mengimplementasikan multimedia pembelajaran yang efektif dan bermakna.

METODE

Artikel ini menggunakan pendekatan konseptual (*conceptual paper*), yaitu analisis teori dan pengembangan argumentasi berdasarkan sumber-sumber ilmiah utama tanpa pengumpulan data empiris. Prosedur konseptual meliputi:

1. Pengumpulan Literatur Primer

Mengidentifikasi teori, definisi, dan prinsip multimedia dari sumber-sumber utama seperti Mayer, Sweller, Paivio, Heinich, Vaughan, dan publikasi bereputasi lainnya.

2. Analisis Teoretis

Menelaah asumsi dasar CTML dan CLT, proses kognitif yang terlibat dalam pembelajaran multimedia, serta mekanisme beban kognitif.

3. Sintesis Prinsip Desain

Merangkum dan mengorganisasi prinsip-prinsip multimedia Mayer untuk memberikan kerangka desain yang sistematis.

4. Kategorisasi Jenis Multimedia

Mengklasifikasikan format multimedia ke dalam kategori statis, dinamis, interaktif, AR/VR, dan AI.

5. Identifikasi Tantangan Implementasi

Menganalisis miskonsepsi umum, risiko kognitif, kesenjangan akses teknologi, dan faktor pedagogis.

6. Pengembangan Kerangka 4P

Mengintegrasikan teori, pedagogi, desain, dan evaluasi ke dalam model konseptual komprehensif untuk multimedia pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. KONSEP DASAR MULTIMEDIA PEMBELAJARAN

1.1 Definisi Multimedia dan Multimedia Pembelajaran

Istilah "multimedia" secara harfiah berarti "banyak media" (multi = banyak; media = perantara atau sarana). Dalam konteks pendidikan, multimedia merujuk pada penggunaan kombinasi berbagai bentuk media untuk menyampaikan informasi. Namun, definisi multimedia pembelajaran lebih spesifik dan memiliki dimensi pedagogis yang jelas.

Richard E. Mayer, salah satu tokoh paling berpengaruh dalam bidang ini, mendefinisikan multimedia pembelajaran sebagai "pembelajaran dari kata-kata dan gambar"

(*learning from words and pictures*) [1]. Mayer menekankan bahwa multimedia pembelajaran tidak sekadar menggunakan banyak media, tetapi secara khusus mengintegrasikan representasi verbal (kata-kata dalam bentuk teks tertulis atau narasi lisan) dan representasi visual (gambar statis atau dinamis) untuk memfasilitasi konstruksi pengetahuan yang bermakna. Definisi ini menekankan aspek kognitif—bahwa pembelajaran terjadi ketika peserta didik secara aktif membangun koneksi mental antara representasi verbal dan visual [4].

Heinich, Molenda, Russell, dan Smaldino dalam buku "*Instructional Media and Technologies for Learning*" mendefinisikan multimedia sebagai kombinasi dari dua atau lebih format media (teks, grafik, audio, video, animasi) yang diintegrasikan melalui komputer untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang interaktif dan multisensori. Mereka menekankan bahwa multimedia efektif ketika berbagai media tersebut tidak hanya ditampilkan secara bersamaan, tetapi saling melengkapi dan mendukung tujuan pembelajaran [5].

Vaughan dalam "*Multimedia: Making It Work*" mendefinisikan multimedia sebagai kombinasi teks, grafik, suara, animasi, dan video yang disampaikan melalui komputer atau perangkat elektronik lainnya, di mana pengguna dapat mengontrol apa, kapan, dan bagaimana elemen-elemen tersebut ditampilkan [6]. Definisi Vaughan menekankan aspek interaktivitas dan kontrol pengguna sebagai karakteristik kunci multimedia modern.

Dari berbagai definisi di atas, dapat disintesis bahwa multimedia pembelajaran adalah penggunaan kombinasi dua atau lebih format media (teks, gambar, audio, video, animasi) yang diintegrasikan secara koheren dan sistematis untuk memfasilitasi proses pembelajaran yang bermakna, dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip kognitif tentang bagaimana manusia memproses informasi.

1.2 Komponen Kunci Multimedia Pembelajaran

Multimedia pembelajaran terdiri dari beberapa komponen utama yang masing-masing memiliki karakteristik dan fungsi pedagogis yang berbeda:

1) Teks

Teks merupakan elemen verbal yang menyampaikan informasi dalam bentuk kata-kata tertulis. Teks dapat berupa paragraf ekspositori, label, caption, atau instruksi. Dalam desain multimedia, keputusan penting adalah kapan menyajikan teks secara visual (on-screen text) versus auditori (narasi) untuk mengelola beban kognitif [1][7].

2) Gambar (*Image*)

Gambar statis mencakup diagram, ilustrasi, foto, grafik, dan representasi visual lainnya yang mendukung konstruksi representasi mental visual. Gambar harus diintegrasikan secara spasial dan temporal dengan teks yang relevan untuk memfasilitasi proses integrasi kognitif [8].

3) Audio

Audio dalam multimedia pembelajaran terutama berupa narasi lisan yang menjelaskan konten visual. Narasi dapat membebaskan kapasitas pemrosesan visual dan mendukung efek modalitas ketika disinkronkan dengan visual yang kompleks [7]. Audio juga dapat mencakup musik latar atau efek suara, meskipun elemen-elemen ini harus digunakan dengan hati-hati untuk menghindari distraksi.

4) Animasi dan Video

Animasi dan video adalah media dinamis yang menggambarkan proses, perubahan, atau gerakan dari waktu ke waktu. Media dinamis sangat efektif untuk mengajarkan konten prosedural atau sistem yang berubah secara temporal, tetapi harus disegmentasi dan diberi petunjuk (*cues*) untuk mencegah beban kognitif berlebihan [9].

5) Interaktivitas

Interaktivitas memungkinkan peserta didik untuk mengontrol kecepatan, urutan, dan pilihan konten pembelajaran. Elemen interaktif dapat berupa tombol navigasi, kontrol kecepatan, pilihan menu, simulasi, atau aktivitas yang memerlukan respons aktif. Interaktivitas dapat meningkatkan keterlibatan dan mengakomodasi perbedaan individual, tetapi dapat juga meningkatkan tuntutan kognitif jika dirancang dengan buruk [10].

1.3 Perbedaan Multimedia dan Multimedia Pembelajaran

Penting untuk membedakan antara "multimedia" sebagai teknologi dan "multimedia pembelajaran" sebagai pendekatan pedagogis. Multimedia sebagai teknologi merujuk pada perangkat keras dan perangkat lunak yang memungkinkan integrasi berbagai format media—komputer, proyektor, aplikasi, platform digital, dan sebagainya. Multimedia dalam pengertian ini bersifat netral secara pedagogis; ia adalah alat yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan, baik edukatif maupun non-edukatif.

Sebaliknya, multimedia pembelajaran adalah penggunaan multimedia yang dirancang secara sengaja dan sistematis untuk mencapai tujuan pembelajaran spesifik, dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip kognitif tentang bagaimana manusia belajar. Multimedia pembelajaran tidak sekadar menampilkan informasi dalam berbagai format, tetapi mengintegrasikan format-format tersebut dengan cara yang mendukung proses kognitif esensial—seleksi informasi relevan, organisasi informasi ke dalam representasi mental yang koheren, dan integrasi representasi verbal dan visual dengan pengetahuan prior [1][4].

Dengan demikian, tidak semua multimedia adalah multimedia pembelajaran. Video hiburan, presentasi bisnis, atau iklan digital mungkin menggunakan multimedia, tetapi tidak dirancang dengan prinsip-prinsip pembelajaran kognitif. Multimedia pembelajaran memerlukan desain instruksional yang diinformasikan oleh teori kognitif untuk memastikan bahwa integrasi media mendukung, bukan menghambat, pembelajaran.

2. LANDASAN TEORETIS MULTIMEDIA PEMBELAJARAN

2.1. *Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML)*

Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML), yang dikembangkan oleh Richard E. Mayer, merupakan kerangka teoretis paling berpengaruh dalam bidang pembelajaran multimedia. CTML menjelaskan bagaimana manusia belajar dari kata-kata dan gambar dengan mengintegrasikan prinsip-prinsip dari psikologi kognitif, teori pemrosesan informasi, dan teori konstruktivisme [1][4].

2.1.1 Asumsi Dasar CTML

CTML dibangun di atas tiga asumsi fundamental tentang bagaimana sistem kognitif manusia memproses informasi:

1) *Dual-Channel Processing (Pemrosesan Dua-Kanal)*

CTML mengadopsi pandangan bahwa manusia memiliki dua sistem pemrosesan informasi yang terpisah namun saling berhubungan: kanal verbal/auditori untuk memproses informasi verbal (kata-kata yang didengar atau dibaca) dan kanal visual/piktorial untuk memproses informasi visual (gambar, diagram, animasi). Asumsi ini didasarkan pada teori dual-coding Allan Paivio dan penelitian neuropsikologi tentang pemrosesan verbal dan visual [11].

Implikasi pedagogis dari asumsi ini adalah bahwa desain multimedia yang efektif harus mendistribusikan informasi ke kedua kanal untuk memanfaatkan kapasitas pemrosesan total, daripada membebani satu kanal secara berlebihan. Misalnya, menyajikan penjelasan sebagai narasi lisan (kanal auditori) sambil menampilkan diagram (kanal visual) dapat lebih efektif daripada menyajikan teks tertulis dan diagram secara bersamaan, yang keduanya bersaing untuk kapasitas pemrosesan visual [1][7].

2) *Limited Capacity* (Kapasitas Terbatas)

Setiap kanal pemrosesan memiliki kapasitas terbatas untuk memproses informasi pada satu waktu. Ini konsisten dengan teori *working memory* (memori kerja) yang dikembangkan oleh Baddeley dan Hitch. Ketika tuntutan instruksional melebihi kapasitas pemrosesan yang tersedia, terjadi *cognitive overload* (beban kognitif berlebihan) dan pembelajaran terganggu [3][4].

Implikasi desain adalah bahwa materi pembelajaran harus disajikan dengan cara yang mengelola beban kognitif—menghilangkan informasi yang tidak relevan, menyegmentasi informasi kompleks, dan mengintegrasikan sumber informasi yang terpisah untuk mengurangi pemrosesan yang tidak perlu [1].

3) *Active Processing* (Pemrosesan Aktif)

Pembelajaran bermakna memerlukan peserta didik untuk terlibat dalam pemrosesan kognitif aktif, bukan sekadar menerima informasi secara pasif. Mayer mengidentifikasi tiga proses kognitif esensial untuk pembelajaran bermakna:

- *Selecting* (Seleksi): Memilih informasi verbal dan visual yang relevan dari materi yang disajikan untuk diproses lebih lanjut dalam *working memory*.
- *Organizing* (Organisasi): Mengorganisasi informasi yang dipilih ke dalam representasi mental yang koheren—model verbal dan model piktorial.
- *Integrating* (Integrasi): Mengintegrasikan representasi verbal dan piktorial satu sama lain dan dengan pengetahuan prior yang tersimpan dalam *long-term memory* untuk membentuk pemahaman yang bermakna [1][4].

Desain multimedia yang efektif harus mendorong dan memfasilitasi ketiga proses ini, bukan menghambatnya dengan beban kognitif *ekstraneous* yang tidak perlu.

2.1.2 Model Pembelajaran Multimedia

Berdasarkan tiga asumsi di atas, Mayer mengusulkan model kognitif pembelajaran multimedia yang menggambarkan alur pemrosesan informasi:

1. Informasi multimedia (kata-kata dan gambar) masuk melalui *sensory memory* (mata dan telinga).
2. Sebagian informasi verbal dan visual dipilih untuk diproses lebih lanjut dalam *working memory* (proses *selecting*).
3. Di *working memory*, informasi verbal diorganisasi menjadi model mental verbal, dan informasi visual diorganisasi menjadi model mental piktorial (proses *organizing*).
4. Model verbal dan piktorial kemudian diintegrasikan satu sama lain dan dengan pengetahuan prior dari *long-term memory* (proses *integrating*).
5. Hasil integrasi ini adalah konstruksi pemahaman yang bermakna yang dapat disimpan dalam *long-term memory* dan digunakan untuk transfer dan pemecahan masalah [1][4].

Model ini menekankan bahwa pembelajaran multimedia yang efektif bukan sekadar menambahkan gambar ke teks, tetapi merancang integrasi kata-kata dan gambar dengan cara yang mendukung proses kognitif esensial—*selecting*, *organizing*, dan *integrating*.

2.2. Cognitive Load Theory (CLT)

Cognitive Load Theory (CLT), yang dikembangkan oleh John Sweller, adalah teori komplementer yang menjelaskan bagaimana karakteristik tugas dan desain instruksional mempengaruhi beban kognitif dalam *working memory* dan, pada gilirannya, pembelajaran [3][12].

2.2.1 Jenis-Jenis Cognitive Load

CLT membedakan tiga jenis beban kognitif yang secara bersama-sama mempengaruhi kapasitas *working memory*:

1) *Intrinsic Load* (Beban Intrinsik)

Intrinsic load adalah beban kognitif yang melekat pada materi pembelajaran itu sendiri, ditentukan oleh kompleksitas konten dan interaktivitas elemen (*element interactivity*). Materi yang memiliki banyak elemen yang saling berinteraksi dan harus dipahami secara simultan

memiliki *intrinsic load* yang tinggi. Misalnya, memahami sintaks kalimat kompleks dalam bahasa asing atau menyelesaikan persamaan aljabar multivariabel memiliki *intrinsic load* tinggi karena banyak elemen harus diproses secara bersamaan [3][12].

Intrinsic load tidak dapat dihilangkan karena merupakan bagian inheren dari konten yang harus dipelajari. Namun, *intrinsic load* dapat dikelola dengan strategi seperti *sequencing* (mengajarkan elemen sederhana sebelum kompleks), *pretraining* (mengajarkan komponen dasar terlebih dahulu), atau *worked examples* (contoh yang sudah dikerjakan) [3].

2) *Extraneous Load* (Beban Ekstraneous)

Extraneous load adalah beban kognitif yang ditimbulkan oleh desain instruksional yang buruk atau tidak optimal. Ini adalah beban yang tidak berkontribusi pada pembelajaran dan seharusnya diminimalkan. Contoh penyebab *extraneous load* termasuk:

- *Split-attention effect*: Informasi yang saling terkait disajikan terpisah secara spasial atau temporal, memaksa peserta didik untuk mencari dan mengintegrasikan secara mental [8].
- *Redundancy effect*: Informasi yang sama disajikan dalam beberapa format secara simultan (misalnya, teks on-screen identik dengan narasi), memaksa pemrosesan yang tidak perlu [13].
- Desain visual yang buruk: Tata letak yang membingungkan, warna yang mengganggu, atau elemen dekoratif yang tidak relevan [2].

Extraneous load dapat dan harus dikurangi melalui desain instruksional yang lebih baik—mengintegrasikan sumber informasi, menghilangkan redundansi, dan menghapus elemen yang tidak relevan [3][13].

3) *Germane Load* (Beban Germane)

Germane load adalah beban kognitif yang didedikasikan untuk proses pembelajaran itu sendiri—konstruksi skema, otomatisasi, dan pemahaman mendalam. Ini adalah beban kognitif yang "produktif" yang harus dimaksimalkan dalam batas kapasitas yang tersedia. Strategi yang meningkatkan *germane load* termasuk mendorong elaborasi, *self-explanation*, refleksi, dan integrasi dengan pengetahuan prior [3][12].

2.2.2 Implikasi CLT untuk Desain Multimedia

CLT memberikan prinsip desain yang jelas: kurangi *extraneous load*, kelola *intrinsic load*, dan maksimalkan *germane load* dalam batas kapasitas *working memory* yang tersedia. Dalam konteks multimedia, ini berarti:

- Menghilangkan informasi yang tidak relevan (mengurangi *extraneous load*).
- Mengintegrasikan teks dan gambar secara spasial dan temporal (mengurangi *split-attention*).
- Menggunakan narasi lisan dengan visual kompleks daripada teks tertulis (memanfaatkan *dual-channel* dan mengurangi visual *overload*).
- Menyegmentasi materi kompleks dan memberikan kontrol kepada peserta didik (mengelola *intrinsic load*).
- Mendorong pemrosesan mendalam melalui *prompting*, *questioning*, dan *self-explanation* (meningkatkan *germane load*) [3][7][13].

2.2.3 Efek-Efek Empiris yang Dijelaskan oleh CLT

CLT menjelaskan berbagai efek empiris yang telah direplikasi dalam penelitian multimedia:

- *Modality effect*: Narasi lisan dengan visual sering lebih efektif daripada teks tertulis dengan visual, terutama untuk materi kompleks dan system-paced [7].
- *Redundancy effect*: Presentasi informasi identik dalam beberapa format simultan (misalnya, teks on-screen + narasi identik) dapat menghambat pembelajaran [13].
- *Split-attention effect*: Sumber informasi yang terpisah secara spasial atau temporal yang harus diintegrasikan secara mental mengurangi pembelajaran [8].

Namun, penting dicatat bahwa efek-efek ini dapat dimoderasi oleh faktor kontekstual seperti kontrol peserta didik (*learner control*), kecepatan presentasi (*pacing*), dan pengetahuan prior [7][10].

2.3. Integrasi CTML dan CLT

CTML dan CLT bersifat komplementer dan saling memperkuat. CTML menjelaskan proses kognitif yang terlibat dalam pembelajaran multimedia (*selecting*, *organizing*, *integrating*), sementara CLT menjelaskan beban kognitif yang ditimbulkan oleh desain

instruksional dan bagaimana mengelolanya. Bersama-sama, kedua teori ini memberikan kerangka yang kuat untuk merancang multimedia pembelajaran yang efektif:

- CTML memberikan model tentang bagaimana peserta didik memproses kata-kata dan gambar untuk membangun pemahaman.
- CLT memberikan prinsip tentang bagaimana mengelola kapasitas pemrosesan terbatas untuk memaksimalkan pembelajaran.

Integrasi kedua teori ini menghasilkan prinsip-prinsip desain multimedia yang berbasis bukti empiris, yang akan dibahas pada bagian berikutnya.

3. PRINSIP-PRINSIP MULTIMEDIA PEMBELAJARAN (MAYER'S PRINCIPLES)

Berdasarkan CTML dan CLT, Richard Mayer telah merumuskan serangkaian prinsip desain multimedia yang didukung oleh bukti empiris ekstensif. Prinsip-prinsip ini berfungsi sebagai panduan praktis bagi desainer instruksional dan pendidik. Berikut adalah 12 prinsip utama Mayer beserta rasional teoretis dan implikasinya:

1) Prinsip *Coherence* (Koherensi)

- Definisi: Peserta didik belajar lebih baik ketika materi yang tidak relevan (kata-kata, gambar, atau suara yang tidak perlu) dihilangkan daripada disertakan.
- Rasional: Materi yang tidak relevan dapat mengalihkan perhatian, menghabiskan kapasitas *working memory*, dan mengganggu proses organizing dan integrating. Menghilangkan elemen *ekstraneous* mengurangi *extraneous load* dan memungkinkan peserta didik untuk fokus pada informasi esensial [1][3].
- Implikasi Desain: Hindari musik latar yang mengganggu, grafik dekoratif yang tidak mendukung pembelajaran, atau detail yang menarik tetapi tidak relevan. Gunakan prinsip "*less is more*"—setiap elemen harus memiliki fungsi pedagogis yang jelas.

2) Prinsip *Signaling* (Pemberian Isyarat)

- Definisi: Peserta didik belajar lebih baik ketika isyarat (*cues*) digunakan untuk menyoroti organisasi materi esensial—misalnya, melalui *heading*, *highlighting*, panah, atau *outline*.
- Rasional: *Signaling* memandu perhatian peserta didik ke informasi penting dan mengurangi tuntutan kognitif untuk mencari dan mengidentifikasi elemen kunci. Ini mendukung proses selecting dan organizing [1][3].

- Implikasi Desain: Gunakan heading yang jelas, highlight teks penting, panah untuk menunjukkan hubungan, atau verbal cues dalam narasi ("pertama...", "yang paling penting adalah...").

3) Prinsip Redundancy (Redundansi)

- Definisi: Peserta didik belajar lebih baik dari grafik dan narasi daripada dari grafik, narasi, dan teks *on-screen* yang identik.
- Rasional: Presentasi informasi verbal yang sama dalam dua format simultan (narasi + teks identik) memaksa peserta didik untuk memproses informasi redundan dan mengintegrasikan sumber yang berlebihan, meningkatkan *extraneous load* tanpa manfaat tambahan [13].
- Implikasi Desain: Hindari menyajikan teks *on-screen* yang identik dengan narasi. Jika menggunakan narasi, teks *on-screen* harus berupa label singkat atau kata kunci, bukan transkrip lengkap narasi.
- Catatan: Prinsip ini memiliki *boundary conditions*—redundansi dapat membantu peserta didik dengan pengetahuan prior rendah, pelajar bahasa kedua, atau dalam kondisi di mana kontrol *learner* tinggi [7][10].

4) Prinsip Spatial Contiguity (Kedekatan Spasial)

- Definisi: Peserta didik belajar lebih baik ketika kata-kata dan gambar yang berkorespondensi disajikan berdekatan secara spasial daripada terpisah.
- Rasional: Memisahkan teks dan gambar yang saling terkait memaksa peserta didik untuk mencari dan mengintegrasikan secara mental (*split-attention effect*), meningkatkan *extraneous load*. Mengintegrasikan secara spasial mengurangi tuntutan ini [8].
- Implikasi Desain: Tempatkan label atau penjelasan teks langsung pada atau di dekat bagian diagram yang relevan. Hindari tata letak di mana teks berada di satu halaman dan gambar di halaman lain, atau teks di bawah dan gambar di atas dengan jarak yang jauh.

5) Prinsip Temporal Contiguity (Kedekatan Temporal)

- Definisi: Peserta didik belajar lebih baik ketika narasi dan animasi yang berkorespondensi disajikan secara simultan daripada berurutan (*successive*).

- Rasional: Menyajikan narasi dan animasi secara terpisah dalam waktu memaksa peserta didik untuk menyimpan satu representasi dalam memori sementara menunggu yang lain, meningkatkan beban memori dan mengurangi kemungkinan integrasi yang efektif [8].
- Implikasi Desain: Sinkronkan narasi dengan segmen animasi atau video yang relevan. Hindari memainkan seluruh animasi terlebih dahulu, lalu memberikan narasi setelahnya, atau sebaliknya.

6) Prinsip *Segmenting* (Segmentasi)

- Definisi: Peserta didik belajar lebih baik ketika pelajaran multimedia kompleks disajikan dalam segmen-segmen yang dapat dikontrol oleh peserta didik (*user-paced*) daripada sebagai unit kontinyu.
- Rasional: Segmentasi memungkinkan peserta didik untuk memproses informasi dalam potongan yang dapat dikelola (*manageable chunks*) dan mengontrol kecepatan pembelajaran mereka sendiri, mengurangi *cognitive overload* [3].
- Implikasi Desain: Bagi materi kompleks menjadi segmen-segmen logis dengan tombol "lanjutkan" atau kontrol navigasi. Berikan kesempatan untuk pause, replay, atau review sebelum melanjutkan ke segmen berikutnya.

7) Prinsip *Pretraining* (Pra-latihan)

- Definisi: Peserta didik belajar lebih baik dari pelajaran multimedia ketika mereka terlebih dahulu menerima pretraining tentang nama dan karakteristik konsep-konsep kunci.
- Rasional: *Pretraining* membangun skema dasar yang mengurangi *intrinsic load* selama pelajaran multimedia utama, membebaskan kapasitas kognitif untuk pemrosesan yang lebih mendalam [3].
- Implikasi Desain: Sebelum pelajaran multimedia kompleks (misalnya, animasi tentang sistem rem hidrolis), berikan *pretraining* singkat tentang komponen-komponen utama dan fungsinya. Ini dapat berupa diagram berlabel sederhana atau penjelasan singkat.

8) Prinsip *Modality* (Modalitas)

- Definisi: Peserta didik belajar lebih baik dari grafik dan narasi lisan daripada dari grafik dan teks tertulis.

- Rasional: Ketika grafik kompleks dipasangkan dengan teks tertulis, kedua sumber bersaing untuk kapasitas pemrosesan visual, menyebabkan visual *overload*. Menyajikan penjelasan sebagai narasi lisan memanfaatkan kanal auditori, mendistribusikan beban kognitif ke kedua kanal (*dual-channel processing*) [7].
- Implikasi Desain: Untuk materi yang kompleks secara visual, gunakan narasi lisan untuk menjelaskan daripada teks on-screen. Ini terutama efektif untuk animasi atau diagram yang rumit.
- Catatan: Efek modalitas lebih kuat dalam kondisi *system-paced* dan untuk peserta didik dengan pengetahuan prior rendah. Dalam kondisi *learner-paced* atau untuk materi sederhana, efeknya mungkin lebih lemah atau bahkan terbalik [7][10].

9) Prinsip Multimedia

- Definisi: Peserta didik belajar lebih baik dari kata-kata dan gambar daripada dari kata-kata saja.
- Rasional: Menyajikan informasi dalam format verbal dan visual memfasilitasi konstruksi model mental verbal dan piktorial yang kemudian dapat diintegrasikan, menghasilkan pemahaman yang lebih kaya dan mendalam [1][4].
- Implikasi Desain: Tambahkan diagram, ilustrasi, atau animasi yang relevan untuk melengkapi penjelasan verbal. Pastikan gambar bersifat *representational* (mewakili konten) dan bukan sekadar *decorative*.

10) Prinsip Personalization (Personalisasi)

- Definisi: Peserta didik belajar lebih baik ketika kata-kata disajikan dalam gaya percakapan (*conversational style*) daripada gaya formal.
- Rasional: Gaya percakapan menciptakan social cues yang meningkatkan keterlibatan peserta didik dan mendorong pemrosesan yang lebih mendalam. Ini konsisten dengan teori *social agency* yang menyatakan bahwa peserta didik berusaha lebih keras untuk memahami ketika mereka merasa sedang berkomunikasi dengan mitra sosial [14].
- Implikasi Desain: Gunakan kata ganti orang kedua ("Anda", "kamu") dan gaya bahasa yang ramah dan percakapan daripada bahasa formal dan impersonal. Misalnya, "Mari kita lihat bagaimana sistem ini bekerja" daripada "Sistem ini akan dijelaskan".

11) Prinsip Voice (Suara)

- Definisi: Peserta didik belajar lebih baik ketika narasi disampaikan dengan suara manusia yang natural dan ramah daripada suara mesin atau aksent asing yang kuat.

- Rasional: Suara manusia yang natural meningkatkan social presence dan memfasilitasi pemrosesan yang lebih mendalam. Suara mesin atau aksen yang sulit dipahami dapat meningkatkan *extraneous load* karena peserta didik harus bekerja lebih keras untuk memahami kata-kata [14].
- Implikasi Desain: Gunakan narrator manusia dengan artikulasi yang jelas dan intonasi yang natural. Hindari *text-to-speech* yang terdengar robotik kecuali teknologinya sudah sangat canggih.

12) Prinsip *Image/Embodiment* (Gambar/Perwujudan)

- Definisi: Peserta didik tidak selalu belajar lebih baik ketika gambar instruktur atau agen pedagogis ditambahkan ke layar.
- Rasional: Kehadiran gambar instruktur atau avatar dapat meningkatkan keterlibatan (*engagement*) tetapi tidak selalu meningkatkan pembelajaran, kecuali jika gambar tersebut mendukung signaling atau mengurangi tuntutan kognitif. Gambar yang tidak fungsional dapat menjadi distraksi (*seductive detail*) [1][11].
- Implikasi Desain: Gunakan gambar instruktur atau agen pedagogis hanya jika mereka melakukan fungsi pedagogis yang jelas—misalnya, menggunakan gestur untuk menunjukkan bagian penting diagram atau memberikan *feedback*. Hindari gambar statis yang hanya "berdiri" tanpa tujuan instruksional.

4. JENIS-JENIS MULTIMEDIA PEMBELAJARAN

Multimedia pembelajaran dapat dikategorikan berdasarkan tingkat dinamisme dan interaktivitas. Memahami jenis-jenis ini penting untuk memilih format yang paling sesuai dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik peserta didik.

4.1 Multimedia Statis

Multimedia statis mengintegrasikan teks dan gambar yang tidak bergerak—misalnya, buku teks yang diperkaya dengan diagram, infografis, atau slide presentasi dengan teks dan ilustrasi. Meskipun "statis", multimedia ini tetap dapat efektif jika dirancang dengan prinsip-prinsip CTML dan CLT—integrasi spasial teks dan gambar, eliminasi informasi yang tidak relevan, dan penggunaan signaling [15].

- Kelebihan: Sederhana untuk diproduksi, dapat dipelajari dengan kecepatan sendiri, tidak memerlukan teknologi canggih.
- Keterbatasan: Tidak dapat menggambarkan proses dinamis atau perubahan temporal secara langsung; kurang engaging untuk peserta didik yang lebih menyukai media interaktif.

4.2 Multimedia Dinamis

Multimedia dinamis mencakup animasi dan video yang menggambarkan proses, perubahan, atau gerakan dari waktu ke waktu. Media dinamis sangat efektif untuk mengajarkan konten prosedural (misalnya, bagaimana sistem rem mobil bekerja, siklus air, atau proses mitosis) atau demonstrasi keterampilan [9].

- Kelebihan: Dapat menggambarkan proses temporal dan kausal secara eksplisit; dapat meningkatkan retensi dan transfer untuk konten prosedural.
- Keterbatasan: Dapat menyebabkan *cognitive overload* jika terlalu cepat, terlalu kompleks, atau tidak disegmentasi; peserta didik mungkin kesulitan memproses informasi yang bergerak cepat.
- Desain yang Efektif: Segmentasi animasi/video kompleks, sinkronkan narasi dengan visual, berikan kontrol *pause/replay*, gunakan *signaling* untuk menyoroti elemen penting [9].

4.3 Multimedia Interaktif

Multimedia interaktif memungkinkan peserta didik untuk mengontrol kecepatan, urutan, dan pilihan konten—misalnya, simulasi, *hypermedia*, *game* edukasi, atau lingkungan pembelajaran virtual. Interaktivitas dapat meningkatkan *engagement*, motivasi, dan akomodasi perbedaan individual [10][16].

- Kelebihan: Meningkatkan keterlibatan aktif; memungkinkan eksplorasi dan *discovery learning*; dapat mengakomodasi gaya belajar dan kecepatan yang berbeda.
- Keterbatasan: Dapat meningkatkan *extraneous load* jika navigasi membingungkan atau pilihan terlalu banyak; memerlukan *scaffolding* pedagogis untuk memastikan peserta didik tidak "tersesat" atau mengeksplorasi secara tidak produktif [10][16].
- Desain yang Efektif: Berikan struktur navigasi yang jelas, panduan atau *scaffolding* untuk eksplorasi, *feedback* yang bermakna, dan keseimbangan antara kontrol peserta didik dan panduan instruksional.

4.4 Multimedia Berbasis *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR)

AR dan VR merepresentasikan *frontier* baru dalam multimedia pembelajaran. AR menambahkan lapisan informasi digital ke dunia nyata (misalnya, melalui *smartphone* atau kacamata AR), sementara VR menciptakan lingkungan imersif yang sepenuhnya digital. Teknologi ini menawarkan potensi untuk pembelajaran *experiential* dan *situated learning* yang sangat kaya [17].

- Potensi: Pengalaman *immersive* dan *authentic*; pembelajaran berbasis konteks; visualisasi konsep abstrak atau skala ekstrem (misalnya, struktur molekul, sistem tata surya); simulasi situasi berbahaya atau tidak dapat diakses.
- Tantangan: Biaya dan aksesibilitas teknologi; potensi *cognitive overload* karena kompleksitas lingkungan; kurangnya panduan desain berbasis bukti; *motion sickness* atau *discomfort* pada beberapa pengguna.
- Status Penelitian: Penelitian tentang efektivitas AR/VR untuk pembelajaran masih berkembang. Bukti awal menunjukkan potensi untuk peningkatan *engagement* dan motivasi, tetapi efek pada pembelajaran kognitif yang mendalam masih *mixed* dan memerlukan desain yang hati-hati [17].

4.5 Multimedia Berbasis *Artificial Intelligence* (AI)

AI membuka kemungkinan untuk multimedia pembelajaran yang adaptif dan *personalized*—sistem yang dapat menyesuaikan konten, kecepatan, dan dukungan berdasarkan kinerja dan karakteristik peserta didik secara *real-time*. Contoh termasuk *intelligent tutoring systems*, *adaptive learning platforms*, dan *chatbot* edukatif [18].

- Potensi: Personalisasi skala besar; *feedback* dan *scaffolding* yang responsif; identifikasi dan remediasi gap pengetahuan secara otomatis; efisiensi instruksional.
- Tantangan: Kompleksitas desain dan implementasi; kebutuhan data besar untuk melatih algoritma; kekhawatiran privasi dan etika; risiko bias algoritmik; masih memerlukan desain pedagogis yang solid—AI adalah alat, bukan pengganti pedagogi yang baik.
- Status Penelitian: Penelitian menunjukkan bahwa *intelligent tutoring systems* yang dirancang dengan baik dapat efektif, terutama untuk pembelajaran prosedural dan berbasis aturan. Namun, efektivitas sangat bergantung pada kualitas model pedagogis yang mendasari sistem AI [18].

5. PRINSIP DESAIN MULTIMEDIA PEMBELAJARAN

Selain 12 prinsip Mayer yang spesifik, terdapat prinsip-prinsip desain yang lebih luas yang harus dipertimbangkan dalam pengembangan multimedia pembelajaran:

1) Prinsip Desain Kognitif

Prinsip-prinsip ini berasal langsung dari CTML dan CLT:

- Kelola beban kognitif: Kurangi *extraneous load*, kelola *intrinsic load*, maksimalkan *germane load*.
- Dukung proses kognitif esensial: Fasilitasi *selecting*, *organizing*, dan *integrating* melalui desain yang koheren dan terstruktur.
- Manfaatkan *dual-channel processing*: Distribusikan informasi ke kanal verbal dan visual untuk memanfaatkan kapasitas total.
- Akomodasi keterbatasan *working memory*: Segmentasi informasi kompleks, berikan kontrol kecepatan, dan hindari presentasi informasi yang terlalu cepat atau terlalu banyak sekaligus [1][3][4].

2) Prinsip Desain Visual

Desain visual yang baik mendukung pembelajaran dengan membuat informasi lebih mudah dipersepsi, dipahami, dan diingat:

- Kesederhanaan (*Simplicity*): Gunakan tata letak yang bersih dan tidak berantakan; hindari elemen dekoratif yang tidak perlu.
- Konsistensi (*Consistency*): Gunakan skema warna, tipografi, dan tata letak yang konsisten di seluruh materi untuk mengurangi beban kognitif navigasi.
- Hierarki Visual (*Visual Hierarchy*): Gunakan ukuran, warna, dan posisi untuk menunjukkan pentingnya relatif elemen—informasi penting harus menonjol.
- Kontras dan Keterbacaan (*Contrast and Readability*): Pastikan teks dapat dibaca dengan mudah terhadap latar belakang; gunakan font yang legible dan ukuran yang memadai.
- Penggunaan Warna yang Bermakna (*Meaningful Use of Color*): Gunakan warna untuk menyoroti, mengkategorikan, atau menunjukkan hubungan—bukan hanya untuk dekorasi. Pertimbangkan aksesibilitas untuk pengguna dengan *color blindness* [19].

3) Prinsip *Alignment* Pedagogis

Multimedia harus selaras dengan tujuan pembelajaran dan strategi pedagogis:

- **Alignment dengan Tujuan Pembelajaran:** Setiap elemen multimedia harus mendukung pencapaian tujuan pembelajaran spesifik. Tanyakan: "Apakah elemen ini membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran?"
- **Kesesuaian dengan Teori Pembelajaran:** Pilih jenis multimedia dan strategi instruksional yang konsisten dengan teori pembelajaran yang dianut—konstruktivisme, behaviorisme, kognitivisme, atau connectivism.
- **Integrasi dengan Aktivitas Pembelajaran:** Multimedia tidak boleh berdiri sendiri; harus diintegrasikan dengan aktivitas pembelajaran lain seperti diskusi, praktik, refleksi, dan assessment [20].

4) Prinsip *Universal Design for Learning* (UDL)

UDL menekankan desain yang inklusif dan aksesibel untuk semua peserta didik, termasuk mereka dengan disabilitas atau kebutuhan khusus:

- *Multiple Means of Representation:* Sajikan informasi dalam berbagai format (teks, audio, visual) untuk mengakomodasi perbedaan persepsi dan pemrosesan.
- *Multiple Means of Action and Expression:* Berikan berbagai cara bagi peserta didik untuk menunjukkan pemahaman mereka (tulisan, lisan, visual, kinerja).
- *Multiple Means of Engagement:* Tawarkan berbagai cara untuk memotivasi dan melibatkan peserta didik dengan minat dan preferensi yang berbeda [21].

5) Prinsip *User Experience* (UX)

Pengalaman pengguna yang positif meningkatkan *engagement* dan mengurangi frustrasi:

- **Navigasi yang Intuitif:** Pastikan peserta didik dapat dengan mudah menemukan dan mengakses konten tanpa kebingungan.
- **Feedback yang Responsif:** Berikan *feedback* yang jelas dan segera untuk interaksi pengguna.
- **Aksesibilitas Teknis:** Pastikan multimedia dapat diakses di berbagai perangkat dan platform; pertimbangkan bandwidth dan kompatibilitas.

- Estetika yang Menyenangkan: Desain yang menarik secara visual dapat meningkatkan motivasi dan *engagement*, selama tidak mengorbankan fungsi pedagogis [19].

6. TANTANGAN DAN ISU IMPLEMENTASI MULTIMEDIA PEMBELAJARAN

Meskipun multimedia pembelajaran memiliki potensi besar, implementasinya menghadapi berbagai tantangan praktis dan konseptual:

6.1 Miskonsepsi tentang Multimedia

- **Miskonsepsi 1: "Lebih Banyak Media = Lebih Baik"**

Banyak pendidik berasumsi bahwa menambahkan lebih banyak media (gambar, video, animasi, musik) secara otomatis meningkatkan pembelajaran. Namun, penelitian menunjukkan bahwa multimedia yang berlebihan atau tidak relevan dapat menyebabkan *cognitive overload* dan sebenarnya menghambat pembelajaran [2][3].

- **Miskonsepsi 2: "Teknologi Canggih = Pembelajaran Efektif"**

Penggunaan teknologi mutakhir (AR, VR, AI) tidak menjamin pembelajaran yang efektif. Efektivitas bergantung pada desain pedagogis, bukan semata-mata pada kecanggihan teknologi [17].

- **Miskonsepsi 3: "Multimedia Cocok untuk Semua Peserta Didik"**

Efektivitas multimedia dapat bervariasi berdasarkan pengetahuan prior, kemampuan kognitif, gaya belajar, dan preferensi peserta didik. Desain yang optimal untuk novice mungkin tidak optimal untuk expert, dan sebaliknya [10][16].

6.2 Cognitive Overload

- Salah satu risiko terbesar dalam pembelajaran multimedia adalah *cognitive overload*—ketika tuntutan pemrosesan melebihi kapasitas *working memory*. Ini dapat terjadi karena:
 - Terlalu banyak informasi disajikan sekaligus.
 - Presentasi yang terlalu cepat tanpa kontrol peserta didik.
 - Informasi yang tidak terorganisir atau tidak terstruktur.
 - *Redundansi* atau *split-attention* yang tidak perlu [3][13].

- **Solusi:** Terapkan prinsip-prinsip CTML dan CLT—segmentasi, signaling, eliminasi redundansi, integrasi spasial dan temporal, dan kontrol learner.

6.3 Masalah Akses dan Ekuitas

- Tidak semua peserta didik memiliki akses yang sama ke teknologi dan koneksi internet yang diperlukan untuk multimedia pembelajaran, terutama dalam konteks pembelajaran daring. Kesenjangan digital (*digital divide*) dapat memperburuk ketidaksetaraan pendidikan [22].
- **Solusi:** Desain multimedia yang dapat diakses dengan *bandwidth* rendah; sediakan alternatif *offline*; pertimbangkan aksesibilitas untuk peserta didik dengan disabilitas; gunakan prinsip UDL.

6.4 Kesiapan dan Kompetensi Pendidik

- Banyak pendidik tidak memiliki pelatihan yang memadai dalam desain multimedia atau prinsip-prinsip kognitif yang mendasarinya. Akibatnya, multimedia sering digunakan sebagai "tambahan" atau "hiasan" tanpa integrasi pedagogis yang bermakna [15][20].
- **Solusi:** Berikan pelatihan profesional yang fokus pada prinsip-prinsip CTML dan CLT, bukan hanya keterampilan teknis; dorong kolaborasi antara pendidik dan desainer instruksional; sediakan template dan panduan desain berbasis bukti.

6.5 Tantangan Pedagogis

- Keseimbangan antara Kontrol Peserta Didik dan Panduan Instruksional
Terlalu banyak kontrol dapat menyebabkan peserta didik tersesat atau membuat pilihan yang tidak produktif (terutama *novice*); terlalu sedikit kontrol dapat mengurangi *engagement* dan tidak mengakomodasi perbedaan individual [10][16].
- Generalisasi Efek Laboratorium ke Kelas Nyata
Banyak prinsip multimedia (misalnya, *modality effect*, *signaling effect*) ditemukan dalam studi laboratorium yang terkontrol. Efek-efek ini tidak selalu tereplikasi dengan kekuatan yang sama dalam lingkungan kelas yang kompleks dan *learner-paced* [7].
- Integrasi dengan Pedagogi yang Ada
Multimedia harus diintegrasikan dengan strategi pedagogis yang lebih luas—tidak boleh dilihat sebagai "solusi ajaib" yang berdiri sendiri. Pembelajaran efektif memerlukan kombinasi multimedia, aktivitas, diskusi, praktik, dan *feedback* [20].

7. KERANGKA KONSEPTUAL: MODEL 4P MULTIMEDIA PEMBELAJARAN

Untuk mengintegrasikan berbagai elemen teoretis dan praktis yang telah dibahas, artikel ini mengusulkan Kerangka Konseptual 4P untuk pembelajaran multimedia: *Principles* (Prinsip), *Pedagogy* (Pedagogi), *Production* (Produksi), dan *Performance* (Kinerja). Model ini menyediakan struktur holistik untuk merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi multimedia pembelajaran.

7.1 Principles (Prinsip): Landasan Teoretis

- Komponen pertama adalah prinsip-prinsip kognitif yang mendasari desain multimedia:
 - CTML: Dual-channel processing, *limited capacity*, *active processing*; proses selecting, organizing, integrating.
 - CLT: Manajemen *intrinsic*, *extraneous*, dan *germane load*.
 - Prinsip Desain Mayer: 12 prinsip berbasis bukti (*coherence*, *signaling*, *redundancy*, *spatial contiguity*, *temporal contiguity*, *segmenting*, *pretraining*, *modality*, *multimedia*, *personalization*, *voice*, *embodiment*).
- Pertanyaan Kunci: Apakah desain multimedia ini konsisten dengan prinsip-prinsip kognitif tentang bagaimana manusia belajar?

7.2 Pedagogy (Pedagogi): Strategi Instruksional

- Komponen kedua adalah alignment pedagogis—bagaimana multimedia diintegrasikan dengan strategi instruksional yang lebih luas:
 - Tujuan Pembelajaran: Apa yang harus dicapai peserta didik? (pengetahuan, keterampilan, sikap)
 - Teori Pembelajaran: Pendekatan pedagogis apa yang dianut? (konstruktivisme, behaviorisme, kognitivisme, connectivism)
 - Aktivitas Pembelajaran: Bagaimana multimedia diintegrasikan dengan aktivitas lain? (diskusi, praktik, refleksi, kolaborasi)
 - Assessment: Bagaimana pembelajaran dinilai? Apakah assessment selaras dengan tujuan dan multimedia?

- **Pertanyaan Kunci:** Apakah multimedia ini mendukung strategi pedagogis yang koheren dan selaras dengan tujuan pembelajaran?

7.3 Production (Produksi): Desain dan Pengembangan

- **Komponen ketiga** adalah proses produksi—desain visual, teknis, dan UX:
 - **Desain Visual:** Tata letak, tipografi, warna, hierarki visual, konsistensi.
 - **Desain Teknis:** Platform, kompatibilitas, aksesibilitas, navigasi, interaktivitas.
 - **Kualitas Konten:** Akurasi informasi, relevansi, currency (kekinian).
 - **UDL dan Aksesibilitas:** Apakah multimedia dapat diakses oleh semua peserta didik, termasuk mereka dengan disabilitas?
- **Pertanyaan Kunci:** Apakah multimedia ini dirancang dengan baik secara visual dan teknis, dan apakah dapat diakses oleh semua peserta didik?

7.4 Performance (Kinerja): Evaluasi dan Improvement

- **Komponen keempat** adalah evaluasi efektivitas—mengukur dampak multimedia pada pembelajaran dan terus memperbaikinya:
 - **Evaluasi Formatif:** Testing dan iterasi selama pengembangan (*usability testing, pilot testing*).
 - **Evaluasi Sumatif:** Mengukur dampak pada pembelajaran setelah implementasi (*learning outcomes, engagement, satisfaction*).
 - **Data-Driven Improvement:** Menggunakan data *analytics* dan *feedback* peserta didik untuk perbaikan berkelanjutan.
 - **Konteks dan Generalisasi:** Apakah multimedia efektif dalam berbagai konteks dan untuk berbagai populasi peserta didik?
- **Pertanyaan Kunci:** Apakah multimedia ini efektif dalam meningkatkan pembelajaran, dan bagaimana kita dapat terus memperbaikinya?

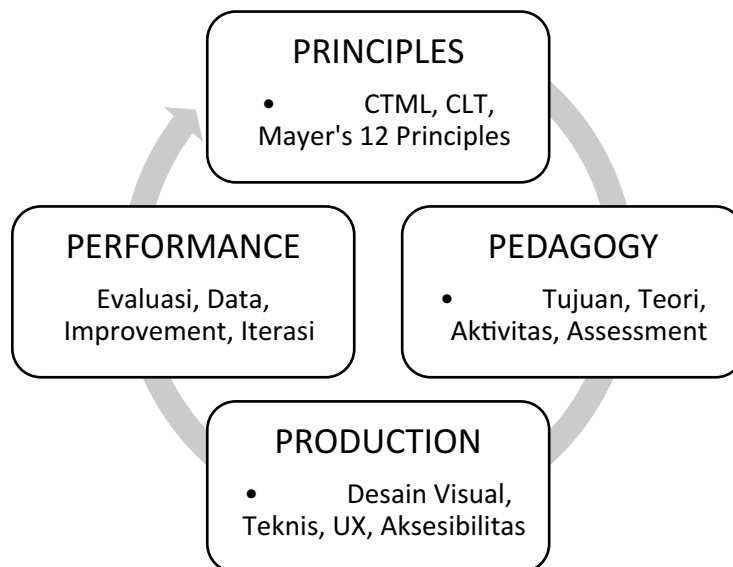
7.5 Integrasi Model 4P

Model 4P bersifat iteratif dan integratif:

- *Principles* menginformasikan *Pedagogy* (teori kognitif membentuk strategi instruksional).

- *Pedagogy* menginformasikan *Production* (strategi pedagogis menentukan desain teknis dan visual).
- *Production* menghasilkan multimedia yang kemudian dievaluasi melalui *Performance*.
- *Performance* memberikan *feedback* untuk memperbaiki *Principles*, *Pedagogy*, dan *Production* dalam iterasi berikutnya.

Model ini menekankan bahwa multimedia pembelajaran yang efektif memerlukan integrasi yang koheren antara teori kognitif, strategi pedagogis, desain yang baik, dan evaluasi yang berkelanjutan. Tidak ada satu komponen yang dapat diabaikan—semuanya harus bekerja bersama untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang bermakna.



Gambar 1: Visualisasi Konseptual Model 4P

KESIMPULAN

Artikel konseptual ini telah menyajikan kajian komprehensif tentang teori-teori yang mendasari pembelajaran multimedia. Melalui integrasi *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (CTML) Richard Mayer dan *Cognitive Load Theory* (CLT) John Sweller, kita memperoleh pemahaman mendalam tentang bagaimana peserta didik memproses informasi multimedia dan bagaimana mengelola kapasitas kognitif yang terbatas untuk memaksimalkan pembelajaran.

Pembelajaran multimedia merepresentasikan salah satu area paling dinamis dan menjanjikan dalam pendidikan modern. Dengan landasan teoretis yang solid dari CTML dan

CLT, serta prinsip-prinsip desain berbasis bukti, kita memiliki panduan yang kuat untuk menciptakan pengalaman pembelajaran multimedia yang efektif dan bermakna.

Namun, teori dan prinsip saja tidak cukup. Implementasi yang efektif memerlukan pemahaman mendalam tentang konteks pedagogis, keterampilan desain, komitmen terhadap evaluasi dan *improvement* berkelanjutan, dan yang paling penting, fokus yang konsisten pada tujuan utama—memfasilitasi pembelajaran yang bermakna dan mendalam bagi semua peserta didik.

Kerangka Konseptual 4P yang diusulkan dalam artikel ini—*Principles, Pedagogy, Production, Performance*—menawarkan struktur integratif untuk menyatukan berbagai elemen teoretis dan praktis dalam desain multimedia pembelajaran. Dengan mengadopsi pendekatan holistik ini, pendidik dan desainer instruksional dapat bergerak melampaui penggunaan multimedia yang superfisial atau berbasis teknologi semata, menuju desain yang benar-benar diinformasikan oleh pemahaman tentang bagaimana manusia belajar.

Akhirnya, multimedia pembelajaran harus dilihat bukan sebagai tujuan itu sendiri, tetapi sebagai alat yang kuat—ketika dirancang dengan baik—untuk mencapai tujuan pendidikan yang lebih besar: memfasilitasi pemahaman yang mendalam, mengembangkan kemampuan berpikir kritis, dan memberdayakan peserta didik untuk menjadi pembelajar seumur hidup yang mandiri dan reflektif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_6
- [2] Thompson, N., & McGill, T. (2008). Multimedia and cognition: Examining the effect of applying cognitive principles to the design of instructional materials. *Journal of Educational Computing Research*, 39(2), 143–159. <https://doi.org/10.2190/EC.39.2.C>
- [3] Kalyuga, S. (2011). Cognitive load factors moderating the redundancy effect in multimedia learning. In J. Elen, E. Stahl, R. Bromme, & G. Clarebout (Eds.), *Links between beliefs and cognitive flexibility* (pp. 85–104). Springer.
- [4] Sorden, S. D. (2005). A cognitive approach to instructional design for multimedia learning. *Informing Science: The International Journal of an Emerging Transdiscipline*, 8, 263–279. <https://doi.org/10.28945/498>

- [5] Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., & Smaldino, S. E. (2002). *Instructional media and technologies for learning* (7th ed.). Merrill Prentice Hall.
- [6] Vaughan, T. (2011). *Multimedia: Making it work* (8th ed.). McGraw-Hill Osborne Media.
- [7] Tabbers, H. K., Martens, R., & van Merriënboer, J. J. G. (2004). Multimedia instructions and cognitive load theory: Effects of modality and cueing. *British Journal of Educational Psychology*, 74(1), 71–81. <https://doi.org/10.1348/000709904322848824>
- [8] Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- [9] Samaras, H., Bousiou, D., Giouvanakis, T., Tarabanis, K., & Pappas, C. (2007). Multimedia learning design based on learning object technology. In *Proceedings of the 5th WSEAS/IASME International Conference on Engineering Education* (pp. 207–212). <https://doi.org/10.5555/1348066.1348106>
- [10] Plass, J. L., & Homer, B. D. (2002). Cognitive load in multimedia learning: The role of learner preferences and abilities. In *Proceedings. International Conference on Computers in Education* (pp. 1086–1090). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CIE.2002.1186006>
- [11] Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford University Press.
- [12] 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>
- [13] Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (1999). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 13(4), 351–371.
- [14] Mayer, R. E. (2014). Principles based on social cues in multimedia learning: Personalization, voice, image, and embodiment principles. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed., pp. 345–368). Cambridge University Press.
- [15] Bloomfield, E. C. (2016). *Dialogic learning and self-explanation in classrooms implementing worked example instruction with interactive whiteboard technology* [Doctoral dissertation, University of Kentucky]. UKnowledge. <https://doi.org/10.13023/ETD.2016.449>
- [16] Mayer, R. E., & Moreno, R. (2010). Techniques that reduce extraneous cognitive load and manage intrinsic cognitive load during multimedia learning. In J. L. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Eds.), *Cognitive load theory* (pp. 131–152). Cambridge University Press.
- [17] Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons

- learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- [18] Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: A meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42–78. <https://doi.org/10.3102/0034654315581420>
- [19] Williams, R. (2015). *The non-designer's design book* (4th ed.). Peachpit Press.
- [20] Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). *e-Learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning* (4th ed.). Wiley.
- [21] Meyer, A., Rose, D. H., & Gordon, D. (2014). *Universal design for learning: Theory and practice*. CAST Professional Publishing.
- [22] Warschauer, M., & Matuchniak, T. (2010). New technology and digital worlds: Analyzing evidence of equity in access, use, and outcomes. *Review of Research in Education*, 34(1), 179–225. <https://doi.org/10.3102/0091732X09349791>
- [23] Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- [24] Jeong, H., & Hmelo-Silver, C. E. (2016). Seven affordances of computer-supported collaborative learning: How to support collaborative learning? How can technologies help? *Educational Psychologist*, 51(2), 247–265. <https://doi.org/10.1080/00461520.2016.1158654>
- [25] Mayer, R. E., Lee, H., & Peebles, A. (2014). Multimedia learning in a second language: A cognitive load perspective. *Applied Cognitive Psychology*, 28(5), 653–660. <https://doi.org/10.1002/acp.3050>