

FRAMEWORK KELAS VIRTUAL BERBASIS HOLOGRAM TIGA DIMENSI UNTUK MENINGKATKAN MOTIVASI SISWA DALAM BELAJAR

Ari Cahyono¹, dan Benedictus Herry Suharto²

^{1,2} Informatika, Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta, Indonesia
e-mail: arcaism@gmail.com, bherrys@gmail.com

Abstrak

Teknologi hologram tiga-dimensi (H3D) dapat digunakan untuk meningkatkan perhatian anak di dalam kelas. Umumnya, anak memiliki rentang perhatian yang pendek dan mudah teralihkan, sehingga penting mengembangkan kemampuan perhatian mereka agar tetap fokus dan termotivasi. Penelitian bertujuan menghasilkan framework kelas virtual dengan dukungan konten H3D. Framework IDEO Design Thinking digunakan sebagai pendekatan penyelesaian masalah. Pendekatan metaanalisis dan diskusi kelompok terarah digunakan dalam fase interpretation untuk menilai faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perhatian anak, serta bagaimana membuat konten H3D yang tepat sebagai alat bantu belajar digital. Model framework kelas virtual berbasis H3D dikembangkan pada fase ideation dari hasil fase interpretation. Pada fase experimentation dan evolution ditemukan bahwa fitur-fitur kunci yang teridentifikasi mampu meningkatkan motivasi siswa dalam belajar. Temuan ini kemudian dianalisis dan disimpulkan berdasarkan framework kelas virtual yang telah didesain. Simpulan menunjukkan bahwa fitur-fitur kunci yang diteliti harus ada dalam pengembangan konten H3D agar dapat meningkatkan motivasi belajar anak. Hal ini memperlihatkan pula bahwa model framework yang didesain mampu mengakomodasi teknologi H3D bersama dengan elemen-elemen penting kelas virtual lain sebagai alat bantu pembelajaran.

Kata Kunci: Framework Kelas Virtual, Hologram Tiga-dimensi, Motivasi, Perhatian Anak

Abstract

Three-dimensional hologram (3DH) technology can increase children's attention in the classroom. Children have short attention spans and are easily distracted. It is crucial to develop their attention skills to keep them focused and motivated. This study aims to produce a virtual classroom framework with the support of 3DH content. The IDEO Design Thinking framework is used as a problem-solving approach. A meta-analysis approach and focus group discussions were used in the interpretation phase to assess the factors influencing children's attention and create proper 3DH content as a digital learning aid. The virtual classroom framework model was developed in the ideation phase from the results of the interpretation phase. In the experimentation and evolution phases, it was found that the identified key features were able to increase students' motivation in learning. These findings are then analyzed and concluded based on the virtual classroom framework. The conclusion shows that the key features studied must be present in the development of H3D content to increase children's learning motivation. This also shows that the designed framework model can accommodate H3D technology and other crucial virtual classroom elements as learning aids.

Keywords: Children's Attention, Motivation, Three-dimensional Hologram, Virtual Class Framework

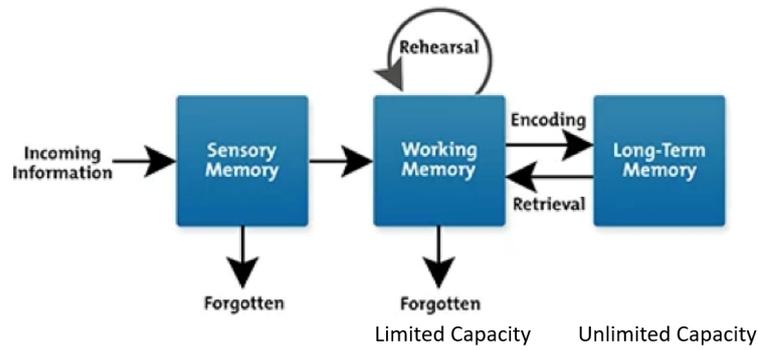
I. PENDAHULUAN

Pandemi Covid-19 mengakibatkan belajar dari rumah atau pembelajaran jarak jauh (PJJ) menjadikenisayaan. PJJ dilakukan secara daring melalui kelas-kelas virtual yang menggunakan sumber daya statis. Namun karena rentang konsentrasi siswa sangat terbatas dan mudah terdistraksi [1], materi yang membosankan dan keterbatasan umpan balik dari guru, menjadikan siswa mudah berpindah perhatian ke sesuatu yang lebih menarik yang dapat menurunkan motivasi belajar. Proses pembelajaran pun menjadi lebih sulit bagi siswa tanpa kehadiran guru secara langsung. Sehingga upaya meningkatkan fokus dan daya tarik belajar menjadi masalah penting yang mendesak untuk diselesaikan.

Beberapa peneliti menyatakan bahwa implementasi teknologi hologram tiga-dimensi (H3D) dapat dijadikan sebagai teaching agents, teaching assistant, dan guru virtual [2]. Sehingga perangkat H3D dapat menjadi alat bantu pengajaran afektif untuk mendorong pemahaman dalam lingkungan pembelajaran [3] yang memberi dampak positif dalam proses belajar mengajar dan lingkungan pembelajaran.

Berdasarkan perubahan situasi belajar yang dihadapi siswa dan penurunan motivasi belajar, maka perlu diteliti fitur-fitur kunci bahan belajar dengan dukungan H3D yang secara efektif dapat menyampaikan pengetahuan dan mendorong siswa untuk belajar lebih banyak. Penelitian ini bertujuan menghasilkan framework kelas virtual dengan dukungan konten H3D.

A. Perhatian dan Motivasi dalam Belajar



Gambar 1. Model Memori (Volkman, 2018 [6])

Perhatian adalah langkah kritis awal dan bertindak sebagai pintu gerbang untuk berpikir menuju pembelajaran. Kemampuan siswa untuk belajar dan fokus secara efektif dan konsisten menjadi dasar prestasi akademik. Dalam perpektif psikologi [4], perhatian adalah proses kognitif pengambilan kepemilikan oleh pikiran dalam bentuk yang jelas dan hidup dengan kapasitas terbatas, sementara hal yang kurang penting diabaikan. Selain itu perhatian adalah waktu yang diberikan oleh seseorang untuk berkonsentrasi pada hal tertentu tanpa terganggu. Faktanya, banyak siswa yang tidak mampu mempertahankan perhatiannya sepanjang pelajaran di ruang kelas, terutama di sekolah dasar. Dalam kondisi harus PJJ, tingkat gangguan ini dapat menjadi lebih tinggi jika tidak ada yang mendampingi.

Salah satu kunci penting agar siswa lebih banyak memberikan perhatian adalah ketika gaya belajarnya dikenali [5]. Visual, Auditori, dan Kinestetik (VAK) adalah tiga gaya belajar utama yang menjadi model pusat pembelajaran untuk membantu anak belajar menurut cara terbaik mereka. Penggunaan teknologi informasi dalam pembelajaran perlu memadukan ketiga model belajar tersebut untuk menyajikan informasi yang menjadikan anak lebih terlibat dan mampu mempertahankan perhatiannya sepanjang pelajaran apapun gaya belajar mereka.

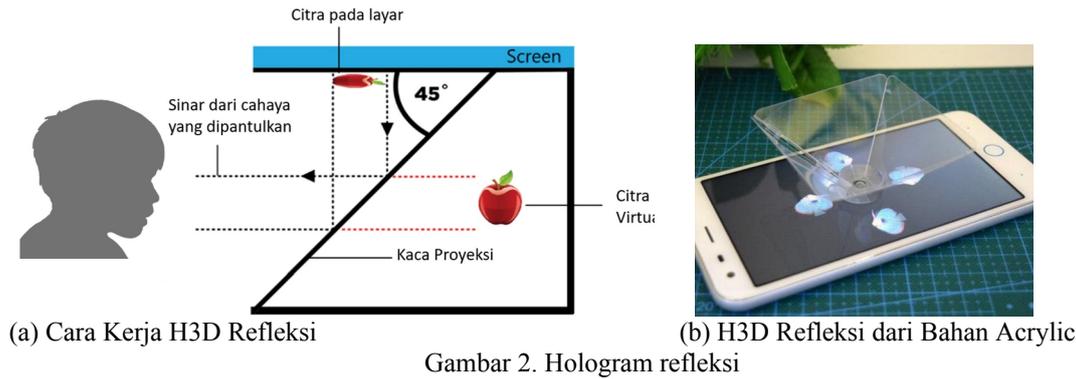
Rentang perhatian siswa secara normal adalah 3-5 menit per usia siswa (tahun). Sehingga siswa berusia 10 tahun akan memiliki rentang perhatian rata-rata 30 hingga 50 menit. Karena siswa masih mengembangkan kemampuan kognitifnya, mereka sangat spontan, mudah terganggu, dan rentang konsentrasi sangat terbatas. Meski demikian, rentang perhatian siswa dapat ditingkatkan dengan menawarkan motivasi ekstrinsik untuk membuatnya tetap terlibat dan mempertahankan perhatiannya sepanjang pelajaran [1].

Salah satu pertimbangan utama membangun materi pendidikan adalah beban kognitif yang mempengaruhi memori penyimpanan informasi dari lingkungan untuk diproses dan disimpan dalam memori kerja (*working memory*) yang memiliki kapasitas sangat terbatas. Pemrosesan ini merupakan prasyarat untuk pengkodean ke dalam memori jangka panjang, yang memiliki kapasitas hampir tak terbatas (Gambar 1). Karena memori kerja sangat terbatas, guru harus selektif dalam memilih informasi yang disampaikan selama proses pembelajaran.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi perhatian dan konsentrasi siswa di kelas adalah durasi dan metode pengajaran, kebaruan dan pengulangan topik, minat, kesehatan dan status emosi [7]. Dengan demikian, metode pengajaran kombinasi VAK memungkinkan semua anak memiliki kesempatan terlibat untuk meningkatkan motivasi siswa dalam belajar.

B. Teknologi H3D sebagai Perangkat Visualisasi dalam Pendidikan

Teknologi H3D menciptakan lingkungan belajar yang dapat merangsang rasa ingin tahu, minat, dan kemampuan siswa mempertahankan perhatian untuk meningkatkan motivasi selama belajar [1]. Terdapat 3 tipe hologram yang populer, H3D refleksi, transmisi, dan *computer-generated*. H3D refleksi adalah jenis hologram paling umum yang dapat dilihat dengan sumber cahaya di sisi yang sama dengan penonton. Untuk menghasilkan H3D refleksi diperlukan sumber iluminasi dan pemantul cahaya Gambar 2(a). Dalam implementasinya, H3D refleksi paling mudah dan murah untuk dibuat. Karena ukurannya dapat dibuat kecil, maka hanya diperlukan sebuah gawai telepon pintar yang berfungsi sebagai sumber cahaya untuk menampilkan konten video sekaligus sebagai sumber audio. Sebuah prisma pemantul cahaya dengan sudut 45° dapat dibuat dengan mudah dan murah dari bahan *acrylic* Gambar 2(b)



Gambar 2. Hologram refleksi

Sejumlah penelitian telah mengungkap pemanfaatan H3D sebagai media pembelajaran. Kombinasi dari teknologi Hologram Refleksi dan *Hand Gesture Control* yang disebut SHT (*Smart Hologram Teaching*) telah dikembangkan dan menghasilkan produk untuk pengajaran bagi siswa [8]. Teknologi ini menggunakan teknologi hologram refleksi untuk memperkenalkan subjek secara lebih kaya informasi, disertai kendali *gesture* tangan untuk mendorong siswa mengendalikan objek.

Pembelajaran H3D adalah media yang lebih efektif dalam meningkatkan interaksi antara siswa dan guru untuk pendidikan kolaboratif dibandingkan dengan pembelajaran buku teks 2D tradisional [9]. Penelitian intensif tersebut merancang konten pembelajaran H3D dan membuat gambar H3D berdasarkan sumber daya pendidikan sesuai dengan kurikulum nasional untuk tingkat sekolah dasar kelas lima [9]. Menggunakan prototipe berulang, penelitian tersebut menghasilkan perangkat portabel, yang terdiri dari cermin reflektif, dudukan tablet, dan dudukan pengatur ketinggian.

Penggunaan model 3D sebagai visualisasi pengganti perangkat mekatronik meningkatkan pemahaman siswa atas subjek yang dibahas, meskipun perangkat holografik yang dipergunakan untuk menampilkan model tidak dapat dianggap sebagai solusi karena mahalnya harga perangkat H3D yang dipergunakan [10]. Penelitian tersebut menggunakan perangkat H3D refleksi Dreamoc HD3.2 yang dikendalikan melalui aplikasi.

Metaanalisis terhadap proses pembelajaran anak-anak menghasilkan konsep usulan pembelajaran berbasis H3D bagi siswa sekolah dasar [1]. Penelitian tersebut menyimpulkan 9 fitur kunci H3D untuk meningkatkan atensi anak-anak, yaitu: suara, warna grafis, durasi, multimodal (VAK), persepsi sensorik, animasi, *storyline*, karakter, dan *audio/sound* (musik dan efek suara).

C. Framework IDEO untuk memodelkan Kelas Virtual berbasis H3D

Design Thinking adalah metode penyelesaian masalah secara iteratif dan kreatif yang berpusat pada manusia dengan mengintegrasikan kebutuhan, teknologi, dan solusi terbaik. *Design Thinking* berguna mengatasi masalah yang tidak jelas (*unknown*) dengan cara membingkai ulang masalah (*reframing the problem*) yang berpusat pada manusia (*human-centric*) untuk menciptakan ide kreatif dalam pembuatan prototipe dan pengujian solusi terbaik.

IDEO *Design Thinking* merupakan pengembangan Framework *Design Thinking* dengan fase-fase kunci meliputi *discovery*, *interpretation*, *ideation*, *experimentation*, dan *Evolution* seperti dilustrasikan pada Gambar 3 [11]. Kelima fase ini digunakan sebagai panduan awal dalam pengembangan model framework kelas virtual berbasis teknologi H3D untuk meningkatkan motivasi siswa dalam belajar.

1) Fase Discovery

Fokus menemukan pemahaman kebutuhan untuk meningkatkan motivasi siswa yang dilakukan melalui pengamatan dari berbagai sudut pandang, wawancara komprehensif, dan diskusi dengan pemangku kepentingan terkait.

2) Fase Interpretation

Fokus pada identifikasi dan kajian poin-poin penting yang mempengaruhi pola serta motivasi belajar siswa. Fase ini dilakukan dengan metode metaanalisis dan diskusi yang melibatkan pakar dan praktisi bidang pendidikan dan teknologi informasi untuk memilih solusi dan teknologi terbaik dalam menjawab kebutuhan.

3) Fase Ideation

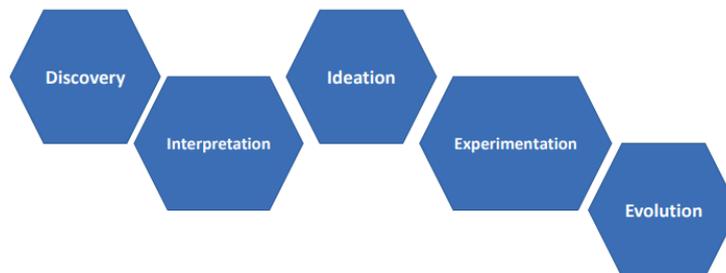
Fokus mendefinisikan model framework kelas virtual dan pengembangan konten bahan ajar berbasis teknologi H3D untuk meningkatkan motivasi siswa dalam belajar.

4) Fase Experimentation

Fokus pada pembuatan prototipe untuk menguji framework kelas virtual berbasis H3D untuk mendapatkan umpan balik dari siswa dan guru.

5) Fase Evolution

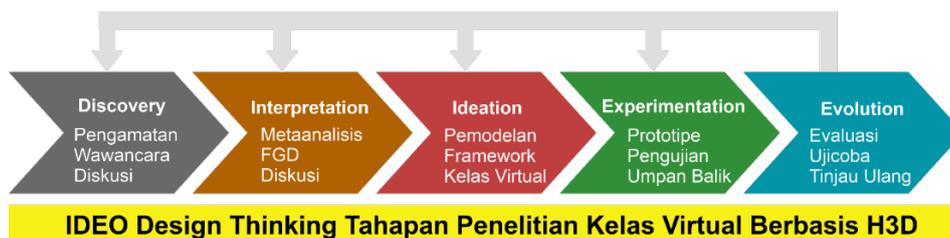
Fokus pada pengembangan untuk peningkatan model framework kelas virtual berbasis H3D yang meliputi evaluasi motivasi belajar dan hasil pembelajaran siswa.



Gambar 3. Framework IDEO Design Thinking

II. METODE

Metode penelitian mengimplementasikan tahapan dalam framework IDEO *Design Thinking* dengan pendekatan yang berpusat pada siswa dan guru untuk mengintegrasikan kebutuhan, teknologi, dan solusi kelas virtual berbasis H3D. Tahapan penelitian diarahkan pada proses dan strategi pengembangan framework kelas virtual berbasis H3D untuk memecahkan masalah motivasi belajar siswa dan memenuhi kebutuhan pengembangan konten H3D untuk pembelajaran (Gambar 4).



Gambar 4. IDEO Design Thinking Tahapan Penelitian

A. Discovery

Fase *discovery* difokuskan pada langkah-langkah untuk memahami masalah keterbatasan rentang perhatian siswa sebagai penyebab utama penurunan motivasi dalam belajar. Langkah ini berupa pengamatan proses belajar siswa selama PJJ, wawancara dengan siswa, serta diskusi dengan wali murid dan guru.

B. Interpretation

Fase *interpretation* dilaksanakan dengan mengevaluasi penelitian yang terkait dengan motivasi belajar siswa dan teknologi pengajaran yang melibatkan teknologi H3D. Langkah ini dilaksanakan dalam 3 tahapan: (1) Metaanalisis; (2) *Forum Group Discussion* (FGD); dan (3) Diskusi Terbatas. Metaanalisis dilakukan dengan memilih publikasi yang terkait implementasi H3D hingga 10 tahun ke belakang, sedangkan FGD dan diskusi terbatas dilakukan bersama pakar serta praktisi bidang pendidikan dan teknologi informasi.

C. Ideation

Fase *ideation* difokuskan pada langkah-langkah pengembangan model framework kelas virtual dan konten pembelajaran berbasis teknologi H3D. Framework kelas virtual tersebut dikembangkan berdasarkan metode IDEO *Design Thinking* yang dipadukan dengan temuan yang diperoleh pada tahap *discovery* dan *interpretation*. Sedangkan konten pembelajaran dikembangkan berdasarkan tahapan metaanalisis yang terkait dengan fitur-fitur kunci penerapan teknologi H3D dalam pembelajaran.

D. Experimentation

Fase *experimentation* berupa tahapan pengembangan prototipe perangkat lunak kelas virtual berbasis H3D. Prototipe ini dikembangkan berdasarkan framework kelas virtual berbasis teknologi H3D yang telah dibuat pada tahap *Ideation*. Pendekatan *rapid prototyping* untuk pengembangan prototipe perangkat lunak kelas virtual berbasis H3D dipilih dengan tujuan menguji framework kelas virtual berbasis teknologi H3D dan mendapatkan umpan balik dari siswa dan guru.

E. Evolution

Fase *evolution* berupa langkah evaluasi model framework kelas virtual berbasis H3D. Prototipe perangkat lunak kelas virtual berbasis H3D diujicoba dalam sistem PJJ yang telah dikondisikan untuk mengidentifikasi kesesuaian, kelayakan dan keberterimaan framework yang dikembangkan. Tahapan setiap fase akan ditinjau kembali ketika teridentifikasi bahwa solusi peningkatan motivasi belajar siswa tidak tercapai.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Motivasi Belajar

Metaanalisis hasil penelitian terdahulu dipilih dengan kriteria berikut: (1) dipublikasikan antara tahun 2012 – 2021; (2) studi yang dilakukan fokus pada penerapan media teknologi; (3) menyatakan dengan jelas fitur yang digunakan dan keuntungan untuk meningkatkan motivasi belajar siswa; (4) fitur dapat diterapkan menggunakan teknologi H3D.

Faktor-faktor pengembangan konten pembelajaran berbasis teknologi H3D diidentifikasi dengan analisis secara kualitatif:

- **Suara.** Penggunaan suara anak-anak daripada suara orang dewasa untuk karakter pengisi suara membuat lebih mudah diingat [12].
- **Warna.** Warna-warna hangat seperti kuning, merah, dan jingga memiliki efek perhatian yang lebih besar dibandingkan warna-warna dingin seperti coklat dan abu-abu [13]. Gambar bergerak berwarna warni mendapatkan perhatian awal dari anak-anak, bahkan sebelum mereka memahami pesan yang dibawa [14].
- **Durasi.** Siswa cenderung terlibat dan menonton seluruh materi video jika durasinya kurang dari 6 menit [15].
- **Multimodal.** Pembelajaran menjadi lebih efisien untuk mendapatkan perhatian siswa ketika informasi disajikan secara VAK [16] [5].
- **Gaya Konten Pembelajaran.** Efek Humor. Siswa tertarik dan mendengarkan guru yang tahu cara memasukkan humor dalam materi [17] [18].
- **Gaya Konten Pembelajaran.** Menandai informasi penting dengan menyorot elemen yang muncul pada layar dapat mengurangi beban belajar.
- **Persepsi Sensorik.** Memberikan alat/material untuk meningkatkan persepsi sensorik dalam mengajar dapat menambah konsentrasi siswa dalam waktu yang lebih lama [5].
- **Animasi & Kartun.** Anak-anak lebih tertarik dan menyerap informasi belasan kali lebih baik pada konten kartun dengan skenario, efek audio dan visual yang disajikan secara baik [12] [19].
- **Karakter Kartun.** H3D pada dasarnya adalah video yang disajikan secara 3D, sehingga model pengajaran hologram semacam itu merupakan alternatif potensial sebagai pengganti karakter aktual manusia [20].
- **Audio.** Musik dan efek suara yang tepat dan tidak berlebihan dapat mengurangi beban kognitif yang mampu menjaga perhatian siswa [21].
- **Alur materi.** Alur cerita atau alur materi dibuat pendek untuk setiap topik karena perhatian anak hanya dapat bertahan 10-15 menit. Alur fleksibel dengan berbagai pilihan plot dapat menstimulasi kemampuan berpikir kritis pada anak dan memperkuat konsentrasi pada pelajaran [22].
- **Karakter Animasi.** Model dengan penampilan karakter humor, gerakan lucu, suara anak dan efek musik dapat dengan mudah diingat oleh anak-anak [23].
- **Teknologi H3D.** Temuan menunjukkan bahwa 45.5% responden mengkonfirmasi pentingnya penggunaan teknologi H3D dalam lingkungan belajar dan akan menjadi alat yang efektif di masa depan [24]. Pada pendidikan dasar, 47% responden beranggapan bahwa teknologi H3D dapat meningkatkan kualitas pembelajaran.

B. Fitur-Fitur Kunci Bahan Belajar Berbasis Teknologi H3D

Hasil metaanalisis dan diskusi melalui FGD maupun secara langsung dengan para pakar dan praktisi pendidikan menunjukkan bahwa elemen visual dan konten pembelajaran, seperti warna, durasi, animasi, karakter, alur cerita, multimodal, persepsi sensorik, musik, dan audio sangat penting, dan mengarah pada peningkatan perhatian dan keterlibatan yang lebih besar pada siswa untuk memahami pelajaran. Fitur-fitur ini disarankan untuk disertakan dalam pengembangan konten H3D untuk tujuan pembelajaran, agar perhatian siswa meningkat dan lebih termotivasi.

Secara singkat, fitur kunci penggunaan H3D untuk meningkatkan perhatian siswa disajikan pada Tabel I.

Tabel I: Fitur Kunci H3D untuk Meningkatkan Perhatian Siswa

Fitur Kunci H3D	Temuan signifikan
Suara	Suara anak-anak Gaya percakapan
Warna	Warna hangat Gambar bergerak berwarna-warni Menyoroti informasi penting
Durasi	Kurang dari 6 menit
Multimodal	Visual, auditori, kinestetik
Persepsi sensorik	Alat/material meningkatkan persepsi sensorik
Animasi	Konten Kartun Efek humor
Alur materi	Alur pendek Plot fleksibel
Karakter	Animasi yang berbicara Penampilan fisik Karakter humor Ada aksi dan gerakan
Audio/Suara	Musik dan efek suara

Berdasarkan metaanalisis, fitur-fitur kunci yang ada menyatukan seluruh konsep kemampuan belajar sesuai dengan fokus utama gaya belajar VAK, dengan demikian rentang perhatian siswa dapat ditingkatkan, yang pada gilirannya akan meningkatkan motivasi belajar siswa. Dari kajian dengan pakar pendidikan, terungkap pula bahwa salah satu kunci pembelajaran adalah menawarkan motivasi ekstrinsik yang cukup untuk membuat siswa tetap terlibat dan mempertahankan keterampilan belajar mereka di sekolah. Teknologi H3D sebagai alat bantu ajar dapat mengambil peran tersebut.

Banyak topik sains yang sulit dipelajari siswa, teknologi H3D dapat menjadi alat bantu visualisasi dalam proses belajar mengajar. Lebih lanjut, konsep 3D dari citra yang ditampilkan dapat meningkatkan level visualisasi siswa. Penerapan teknologi H3D dalam konteks pendidikan memiliki masa depan yang sangat cerah [25]. Arah pertumbuhannya ke paradigma interaksi yang menggunakan teknologi sensor gestur terbaru, serta dengan desain antarmuka pengguna yang dikombinasikan dengan pengetahuan terkini.

C. Pembelajaran Berbasis Teknologi H3D

Diskusi yang dilakukan bersama narasumber pakar dan praktisi pendidikan serta teknologi informasi melalui Diskusi Kelompok Terarah maupun secara personal langsung menghasilkan simpulan yang sejalan dengan hasil metaanalisis. Beberapa poin penting, terutama yang terkait dengan penggunaan teknologi H3D dalam pembelajaran dapat disarikan sebagai berikut:

- Perangkat bantu pengajaran terhubung dengan suatu konsep yang dipelajari, sehingga harus bersifat ikonik sekaligus simbolik dan dapat menjadi perwakilan dari dunia nyata.
- Perhatian dapat ditingkatkan melalui peningkatan antusiasme. Khususnya bagi anak-anak SD, perangkat bantu H3D akan mendapatkan efektifitas dan ‘kemewahannya’ saat anak melihat langsung.
- Dalam desain dan implementasi teknologi H3D, perlu metodologi dari dunia pendidikan.
- Implementasi teknologi H3D dan pembuatan konten perlu memperhatikan kemampuan guru.
- Fokus penggunaan teknologi H3D adalah pada peningkatan kemampuan abstraksi anak.
- Teknologi H3D sebagai alat bantu ajar dapat diterapkan untuk pengajaran pada konsep-konsep ilmiah, terutama pada mata pelajaran matematika yang menjelaskan konsep struktur dan bangun ruang; atau pada mata pelajaran IPA yang menjelaskan struktur dan proses perkembangan manusia, binatang, dan tanaman, atau fenomena astronomi.
- Perlu ditemukan kompetensi-kompetensi dasar (KD) yang dapat memaksa guru untuk memakai teknologi H3D.
- Kemudahan pengadaan alat bantu H3D harus mendapatkan perhatian. Tidak semua anak dan/atau sekolah mampu menyediakan peralatan yang mahal.

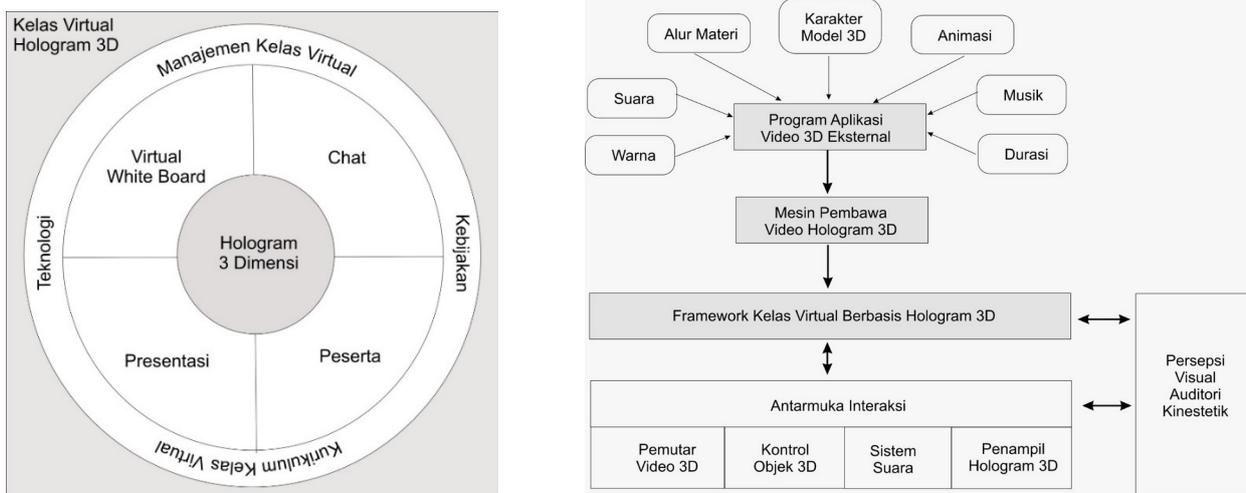
Poin-poin tersebut memberikan gambaran bahwa pembelajaran berbasis H3D memberikan banyak manfaat positif dalam meningkatkan abstraksi, perhatian, dan antusiasme siswa dalam memahami materi yang diberikan. Tetapi implementasi ini perlu juga memperhatikan kompetensi guru, kemampuan penyediaan alat, dan

penyesuaian metodologi dengan dunia pendidikan.

D. Framework Kelas Virtual berbasis H3D

Kelas virtual adalah alat bantu konferensi video yang memungkinkan guru dan siswa berinteraksi satu sama lain secara daring seperti layaknya kelas konvensional. Umumnya platform kelas virtual terintegrasi dalam *learning management system* (LMS). Aplikasi kelas virtual memiliki definisi yang dikaitkan dengan aktifitas belajar *online* secara sinkron [26].

Framework kelas virtual berbasis H3D untuk meningkatkan motivasi siswa dalam belajar dibuat dengan model dasar LMS dan kelas virtual yang berpusat pada teknologi H3D. Selanjutnya materi ajar berbasis konten H3D dipadukan dengan fitur-fitur kunci yang dirumuskan dari hasil diskusi dan metaanalisis. Gambar 5(a) adalah model framework kelas virtual berbasis H3D, dan Gambar 5(b) adalah model framework konten kelas virtual berbasis H3D.



(a) Model Framework Kelas Virtual

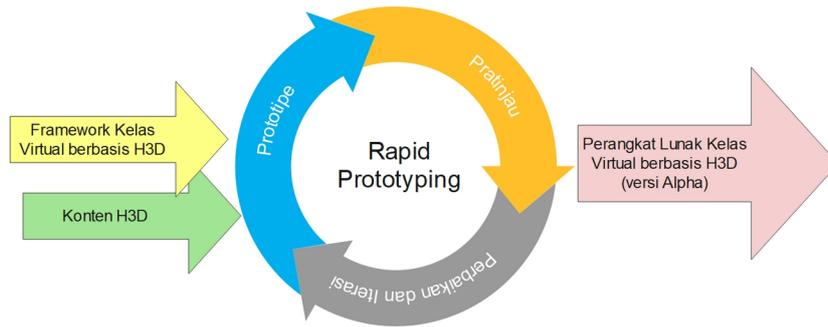
(b) Model Framework Konten H3D

Gambar 5. Model Framework Kelas Virtual berbasis H3D

Model framework kelas virtual berbasis H3D didukung lapisan pertama dari elemen suatu kelas virtual seperti *virtual white board*, *chat*, *presentasi (share screen)*, dan *peserta*. Lapisan kedua adalah sistem yang bersifat mendukung eksistensi kelas virtual berupa manajemen kelas virtual yang serupa dengan LMS, infrastruktur teknologi, kebijakan, dan kurikulum. Model framework kedua adalah framework pengembangan konten pembelajaran berbasis H3D dengan memperhatikan fitur kunci untuk meningkatkan perhatian anak Tabel I. Konten pembelajaran berbasis H3D ini selanjutnya ditransmisikan kepada siswa melalui platform kelas virtual. Kemudian siswa dapat berinteraksi langsung dengan objek 3D dengan menjalankan animasi, mengendalikan posisi objek dalam ruang, dan mengatur sistem suara dan tampilan objek 3D. Model interaksi ini mampu meningkatkan persepsi auditori, visual, dan kinestetik yang dapat meningkatkan rentang perhatian siswa sekaligus meningkatkan motivasi belajar.

E. Prototipe Perangkat Lunak Kelas Virtual Berbasis H3D

Versi prototipe perangkat lunak yang dikembangkan adalah Alpha, dimana diujicoba dalam sistem PJJ yang dikondisikan untuk mengidentifikasi kesesuaian, kelayakan, dan keberterimaan model framework kelas virtual yang dikembangkan. Pengembangan prototipe perangkat lunak menggunakan pendekatan *rapid prototyping* yang langsung menggunakan data konten H3D dalam rangka mempercepat siklus *rapid prototyping* Gambar 6.



Gambar 6. Rapid Prototyping

Fitur-fitur utama prototipe perangkat lunak diakomodir dari framework kelas virtual berbasis H3D yaitu:

- Tersedia pustaka bahan ajar yang dapat mengelola video, audio, text, file, khususnya bahan ajar dengan konten H3D. Pustaka konten H3D menjadi fokus utama karena penyajian H3D yang digunakan untuk mendapatkan perhatian siswa pada dasarnya adalah kombinasi audio dan video H3D yang disajikan melalui piramida reflektor,



Gambar 7. Contoh Antarmuka Prototipe Kelas Virtual berbasis H3D

Perangkat lunak didesain dengan antar muka yang mudah Gambar 7, disertai dukungan beragam perangkat kelas virtual dan media sebagai bahan ajar, serta pengelolaan modul dan pelajaran.

Tabel II. Hasil Uji Coba Prototipe Perangkat Lunak Kelas Virtual

No	Aspek yang diamati	Hasil
1	Rentang perhatian	Meningkat
2	Keterlibatan	Meningkat
3	Fokus	Meningkat
4	Pemahaman	Meningkat
5	Ketertarikan atas materi pelajaran yang disampaikan	Meningkat
6	Keingintahuan lebih dalam	Meningkat
7	Peningkatan daya ingat atas pengetahuan yang dipelajari	Meningkat
8	Beban kognitif siswa	Menurun

Tabel II memperlihatkan hasil amatan kualitatif atas uji coba perangkat lunak pada sistem PJJ yang dikondisikan. Hasil tersebut menunjukkan kecenderungan peningkatan aspek-aspek motivasi siswa dalam belajar. Hal ini memperkuat hasil penelitian terdahulu bahwa teknologi H3D dapat digunakan sebagai alat bantu pengajaran yang secara efektif meningkatkan motivasi siswa dalam belajar. Model framework kelas virtual berbasis H3D dan pengembangan konten H3D mampu memberikan kontribusi untuk meningkatkan mutu pendidikan.

IV. PENUTUP

Metaanalisis serta diskusi dengan pakar dan praktisi pendidikan mengenai penerapan H3D dalam pendidikan khususnya untuk anak-anak, berhasil mengungkapkan fitur-fitur kunci penggunaan elemen visual untuk pengembangan konten H3D dapat meningkatkan perhatian dan motivasi siswa dalam belajar. Fitur-fitur kunci ini menyatukan seluruh konsep kemampuan belajar sesuai dengan gaya belajar VAK. Hasil metanalisis juga menunjukkan bahwa signifikansi elemen visual dan konten dalam pengembangan H3D sebagai alat bantu pengajaran dapat secara efektif meningkatkan perhatian dan hasil belajar siswa.

Model framework kelas virtual berbasis H3D dikembangkan berdasarkan panduan aspek-aspek yang harus ada dalam pengembangan kelas virtual pada umumnya. Model ini diperluas agar dapat mengakomodasi teknologi H3D yang mengimplementasikan fitur-fitur kunci bahan belajar kelas virtual berbasis H3D. Prototipe kelas virtual yang dibangun berdasarkan model framework kelas virtual berbasis H3D mampu digunakan sebagai alat bantu pembelajaran untuk meningkatkan motivasi siswa.

Penelitian selanjutnya akan fokus pada pengembangan konten sesuai kurikulum, dengan menggunakan konsep-konsep dan acuan fitur-fitur kunci pengembangan konten H3D yang dapat meningkatkan perhatian anak-anak.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas dukungan yang diberikan berupa bantuan dana penelitian dalam skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun pelaksanaan 2021.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. N. Hoon and S. S. Shaharuddin, "A Proposed Concept of Learning Base 3D Hologram to Enhance Attention Among Primary School Learner," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, pp. 1131-1136, 2019.
- [2] A. R. Walker, "Hologram as Teaching Agents," in *9th International Symposium on Display Holography (ISDH 2012)*, Cambridge, Massachusetts, 2013.
- [3] N. Barkhaya and N. D. A. Halim, "A Review of Application of 3D Hologram in Education: A Meta Analysis," in *2016 IEEE 8th International Conference on Engineering Education (ICEED)*, Skudai, Johor, Malaysia, 2016.
- [4] D. Coon and J. O. Mitterer, *Introduction to Psychology. Gateway to Mind and Behaviour*, Belmont, CA: Cengage, 2013.
- [5] S. Briggs, "The Science of Attention: How To Capture And Hold The Attention of Easily Distracted Students," 28 6 2014. [Online]. Available: <https://www.opencolleges.edu.au/informed/features/30-tricks-for-capturing-students-attention/>.
- [6] E. Volkman, "Practice Makes Permanent: Avoiding The Training Forgetting Curve," Techstrong Group, 3 July 2018. [Online]. Available: <https://securityboulevard.com/2018/07/practice-makes-permanent-avoiding-the-training-forgetting-curve/>. [Accessed 21 11 2021].
- [7] S. Lamba, A. Rawat, J. Jacob, M. Arya, J. Rawat, V. Chauhan and S. Panchal, "Impact on Teaching Time on Attention and Concentration," *IOSR Journal of Nursing and Health Science*, vol. 3, no. 4, pp. 01-04, 2014.
- [8] A. H. Awad and F. Kharbat, "The First Design of a Smart Hologram for Teaching," in *2018 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)*, Dubai, Sharjah, Abu Dhabi, 2018.
- [9] Y. Kim and D. Y. Lee, "3D Hologram Learning Kit Development for Elementary Education," in *Learning and Collaboration Technologies. Human and Technology Ecosystems. HCII 2020. Lecture Notes in Computer Science*, Cham, Springer, 2020, pp. 464-479.
- [10] J. Matišák, M. Rábek and K. Žáková, "Online Control Education Using 3D Holographic Visualisation," *Journal of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems*, vol. 14, no. 3, pp. 42-47, 2020.
- [11] R. Stackowiak and T. Kelly, *Design Thinking in Software and AI Projects. Proving Ideas Through Rapid Prototyping*, Elgin, IL, USA: APress, 2020.
- [12] K. Habib and T. Soliman, "Cartoon's Effect in Changing Children Mental Response and Behaviour," *Open Journal of Social Sciences*, vol. 3, no. 9, pp. 248-264, 2015.
- [13] M. A. Dzulkifli and M. F. Mustafar, "The Influence of Colour on Memory Performance: A Review," *The Malaysian Journal of Medical Sciences*, vol. 20, no. 2, pp. 3-9, 2013.
- [14] K. A. Orbeta, "Cartoons: their importance in kids' development," 22 2 2021. [Online]. Available: <https://mashandco.tv/en/cartoons-their-importance-in-kids-development/>.
- [15] P. J. Guo, J. Kim and R. Rubin, "How Video Production Affects Student Engagement: An empirical study of MOOC videos," in *The First ACM Conference on Learning @ Scale Conference*, Atlanta, Georgia, 2014.
- [16] J. Hattie and G. Yates, *Visible Learning and the Science of How We Learn*, New York: Routledge, 2013.
- [17] D. C. Appleby, "Using humor in the college classroom: The pros and the cons," 2 2018. [Online]. Available: <https://www.apa.org/ed/precollege/ptn/2018/02/humor-college-classroom>.
- [18] T. Sambrani, S. Mani, M. Almeida and E. Jakubovski, "The effect of humour on learning in an educational setting," *International Journal*, vol. 3, no. 3, pp. 52-55, 2014.
- [19] T. Derzyan, "The Influence of Cartoons on Children's Socialization - Enlight Studies," 16 11 2019. [Online]. Available: <https://enlightngo.org/language/en/post/7795>.
- [20] A. Z. M. Ali and M. K. Ramlie, "Examining the user experience of learning with a hologram tutor in the form of a 3D cartoon character," *Education and Information Technologies*, vol. 26, pp. 6123-6141, 2021.
- [21] C. J. Brame, "Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content," *CBE Life Sciences Education*, vol. 15, no. 4, pp. 1-6, 2016.
- [22] T.-C. Hsu, "Telling tales: Using storytelling to teach EFL kindergarten students in Taiwan," *International Journal of Research Studies in Education*, vol. 4, no. 4, pp. 13-26, 2015.
- [23] K. Shuja, M. Ali, M. M. Anjum and A. Rahim, "Effectiveness of Animated Spokes Character in Advertising Targeted to Kids," *Journal of Marketing*

Management and Consumer Behavior, vol. 2, no. 2, pp. 16-24, 2018.

- [24] H. Ghuloum, "3D Hologram Technology," in *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE) 2010*, Cassino, Italy, 2010.
- [25] A. Nijholt, "Breaking Fresh Ground in Human Media Interaction Research," *frontiers in ICT*, vol. 1, no. 4, 11 2014.
- [26] I. Vinikas, "Virtual Classroom: What it is and How it Works," 25 1 2021. [Online]. Available: <https://corp.kaltura.com/blog/what-is-a-virtual-classroom/>.