Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA
http://jurnal.stkippgritulungagung.ac.id/index.php/eduproxima

GAME-BASED LEARNING BERBASIS *SCRATCH 3.0* PADA MATERI KINEMATIKA GERAK: DAMPAKNYA TERHADAP *HOTS* DAN *COMPUTATIONAL THINKING*

Wahyuni Fajar Arum [*1)]
[1,2,3)]Pendidikan IPA, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Sunan Ampel Surabaya, Jawa Timur, Indonesia.
[*]*Penulis Korespondensi*
e-mail: wahyuni.fajar.arum@uinsa.ac.id [*1)]

Article history:
Submitted:Jan. 15th, 2026; Revised: Feb. 16th, 2026; Accepted: March 19th, 2026; Published: July 12th, 2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menganalisis dampak *game-based learning* berbasis Scratch 3.0 pada materi kinematika gerak terhadap peningkatan *High Order Thinking Skills* (*HOTS*) dan *Computational Thinking (CT)* mahasiswa. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan model *ADDIE* yang meliputi tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Produk yang dikembangkan berupa game edukasi fisika berbasis Scratch 3.0 yang memuat simulasi Gerak Lurus Beraturan dan Gerak Lurus Berubah Beraturan serta kuis interaktif berorientasi *HOTS* dan *CT*. Validasi dilakukan oleh ahli media, ahli materi, dan praktisi pembelajaran. Hasil validasi menunjukkan media berada pada kategori sangat valid. Uji coba dilakukan melalui skala perorangan, kelompok kecil, dan uji lapangan. Analisis data menggunakan uji paired sample *t-test* dan *N-Gain*. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan kemampuan *HOTS* dan *CT* mahasiswa dengan nilai signifikansi < 0,05 dan *N-Gain* berada pada kategori sedang dan efektif. Dengan demikian, *game-based learning* berbasis Scratch 3.0 terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan berpikir komputasional mahasiswa pada pembelajaran kinematika gerak.
Kata Kunci: *game*; *Scratch 3.0*; kinematika; *HOTS*; *CT*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan mendasar dalam paradigma pendidikan global. Pendidikan abad ke-21 tidak lagi menempatkan peserta didik sebagai penerima informasi secara pasif, melainkan sebagai subjek aktif yang dituntut mampu berpikir kritis, kreatif, dan adaptif dalam menghadapi permasalahan kompleks (OECD, 2019). Perubahan ini mendorong pergeseran fokus pembelajaran dari penguasaan konten menuju pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dan *Computational Thinking (CT)* sebagai kompetensi esensial di era digital dan revolusi industri 4.0 (Trilling & Fadel, 2009; Wing, 2010).

HOTS mencakup kemampuan kognitif tingkat tinggi seperti menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta, sebagaimana diklasifikasikan dalam revisi Taksonomi Bloom oleh Anderson dan Krathwohl (2001). Keterampilan ini menjadi fondasi berpikir kritis dan reflektif yang memungkinkan peserta didik mengolah informasi secara mendalam serta menghasilkan solusi inovatif terhadap permasalahan nyata (Brookhart, 2010). Sementara itu, *CT* didefinisikan sebagai pendekatan pemecahan masalah yang melibatkan proses dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan perancangan algoritma yang sistematis (Wing, 2010; Grover & Pea, 2013). Integrasi *HOTS* dan *CT* dalam pembelajaran menjadi semakin penting seiring meningkatnya tuntutan literasi digital dan pemecahan masalah berbasis teknologi.

Higher Order Thinking Skills (HOTS) dan *Computational Thinking (CT)* memiliki keterkaitan konseptual yang kuat dalam pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik. *HOTS* merujuk pada kemampuan kognitif tingkat lanjut yang

mencakup analisis, evaluasi, dan kreasi sebagaimana diklasifikasikan dalam taksonomi revisi Bloom, yang menuntut individu melakukan penalaran kompleks dan reflektif dalam menyelesaikan permasalahan non-rutin (Anderson & Krathwohl, 2001). *Computational Thinking*, di sisi lain, dipahami sebagai pendekatan berpikir sistematis yang melibatkan proses dekomposisi masalah, pengenalan pola, abstraksi, serta penyusunan langkah-langkah solusi secara algoritmik (Wing, 2006). *Computational Thinking* tidak terbatas pada keterampilan pemrograman, melainkan merupakan cara berpikir universal yang dapat diterapkan lintas disiplin untuk mendukung pemecahan masalah kompleks (Wing, 2011).

Dalam kerangka teoretis integratif, *Computational Thinking* berfungsi sebagai mekanisme kognitif yang memfasilitasi berkembangnya *High Order Thinking Skills.* Proses dekomposisi dan pengenalan pola membantu peserta didik mengembangkan kemampuan analisis dengan menguraikan permasalahan kompleks menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana serta mengidentifikasi hubungan antar unsur masalah (Shute *et al*., 2017). Selanjutnya, abstraksi memungkinkan peserta didik melakukan evaluasi melalui penyaringan informasi yang relevan dan penggeneralisasian prinsip-prinsip inti dari suatu permasalahan (Brennan & Resnick, 2012). Adapun berpikir algoritmik berkontribusi pada aspek kreasi karena mendorong peserta didik merancang solusi atau produk baru secara terstruktur, logis, dan dapat direplikasi (Grover & Pea, 2013). Dengan demikian, *HOTS* tidak dipandang sebagai hasil kognitif yang muncul secara spontan, melainkan sebagai capaian yang dibangun melalui proses berpikir komputasional yang sistematis dan berjenjang.

Berdasarkan hubungan tersebut, *Computational Thinking* dapat diposisikan sebagai fondasi kognitif dalam pengembangan *High Order Thinking Skills*. Implementasi pembelajaran berbasis *Computational Thinking* memberikan kerangka berpikir yang terarah bagi peserta didik untuk menganalisis masalah, mengevaluasi berbagai alternatif solusi, serta menghasilkan solusi inovatif yang rasional dan aplikatif (Hsu *et al*., 2018). Oleh karena itu, integrasi *Computational Thinking* dalam pembelajaran memiliki implikasi strategis dalam meningkatkan kualitas *HOTS*, khususnya dalam konteks pendidikan abad ke-21 yang menuntut kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah kompleks, dan kreativitas (OECD, 2019).

Pembelajaran fisika memiliki posisi strategis dalam pengembangan *HOTS* dan *CT* karena karakteristiknya yang menuntut penalaran logis, analisis matematis, serta kemampuan menghubungkan konsep teoritis dengan fenomena alam (Serway & Jewett, 2018). Fisika tidak hanya berperan sebagai kumpulan konsep dan rumus, tetapi juga sebagai wahana untuk melatih kemampuan berpikir ilmiah dan pemecahan masalah berbasis data (Hake, 1998). Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran fisika masih menghadapi tantangan serius, terutama pada materi kinematika gerak yang sering dianggap abstrak dan sulit dipahami oleh mahasiswa (McDermott, Rosenquist, & van Zee, 1987; Young & Freedman, 2016).

Kinematika gerak menuntut pemahaman relasi antara representasi matematis, grafik, dan visualisasi gerak benda dalam ruang dan waktu. Kesulitan mahasiswa dalam memahami konsep ini sering kali disebabkan oleh pembelajaran yang menekankan hafalan rumus tanpa memberikan pengalaman visual dan kontekstual yang memadai (Beichner, 1994). Situasi ini semakin memburuk akibat masih kuatnya penerapan pendekatan pembelajaran tradisional yang belum mampu mendorong keterlibatan aktif mahasiswa dalam kegiatan eksploratif maupun proses pemecahan masalah (Hake,

1998). Akibatnya, potensi pembelajaran kinematika gerak untuk mengembangkan *HOTS* dan *CT* belum tergarap secara optimal. Sejalan dengan kemajuan teknologi dalam bidang pendidikan, mulai dikembangkan berbagai strategi pembelajaran inovatif untuk menjawab permasalahan yang ada, salah satunya melalui penerapan game-based learning. Pendekatan ini mengintegrasikan komponen permainan, seperti tantangan, sasaran, ketentuan, serta umpan balik, guna membangun proses belajar yang bermakna sekaligus meningkatkan motivasi belajar peserta didik (Gee, 2007). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa hal ini efektif dalam menaikan pelibatan, motivasi, serta mutu pembelajaran melalui aktivitas belajar yang bersifat interaktif dan relevan dengan konteks nyata (Plass, Homer, & Kinzer, 2015).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *game-based learning* memiliki potensi besar dalam mengembangkan *HOTS* karena mendorong peserta didik untuk menganalisis situasi, mengambil keputusan, dan mengevaluasi strategi yang digunakan selama permainan (Qian & Clark, 2016; Tokac, Novak, & Thompson, 2019). Selain itu, lingkungan permainan yang dinamis memungkinkan peserta didik belajar dari kesalahan secara berulang, sehingga mendukung proses berpikir reflektif dan pemecahan masalah tingkat tinggi (Gee, 2007). Dalam konteks pembelajaran berbasis teknologi, *Scratch 3.0* merupakan salah satu platform pemrograman visual berbasis blok yang banyak digunakan dalam pendidikan. Scratch dikembangkan untuk mendukung pembelajaran kreatif melalui pendekatan konstruksionisme, di mana peserta didik belajar dengan membangun artefak digital yang bermakna (Resnick *et al.*, 2009). Keunggulan Scratch terletak pada antarmuka yang ramah pengguna serta kemampuannya untuk memfasilitasi pengembangan animasi, simulasi, dan game edukasi tanpa memerlukan penguasaan bahasa pemrograman tingkat lanjut (Maloney *et al*., 2010).

Pemanfaatan *Scratch 3.0* dalam pembelajaran fisika memberikan peluang besar untuk memvisualisasikan konsep kinematika gerak secara dinamis. Pemilihan Scratch 3.0 dibandingkan platform pemrograman atau simulasi lain didasarkan pada karakteristiknya yang secara pedagogis selaras dengan pengembangan *High Order Thinking Skills (HOTS)* dan *Computational Thinking (CT). Scratch 3.0* menggunakan pendekatan block-based programming yang bersifat visual dan intuitif, sehingga menurunkan hambatan kognitif awal dalam belajar pemrograman. Dengan demikian, mahasiswa dapat lebih memfokuskan perhatian pada proses berpikir tingkat tinggi seperti analisis masalah, perancangan solusi, dan evaluasi hasil tanpa terbebani oleh kompleksitas sintaks bahasa pemrograman tekstual (Lye & Koh, 2014). Kondisi ini menjadikan *Scratch 3.0* lebih efektif untuk mengembangkan *CT* sebagai proses berpikir, bukan sekadar keterampilan teknis.

Selain itu, *Scratch 3.0* memiliki fitur visualisasi real-time, pengaturan variabel, serta kontrol peristiwa (event-driven programming) yang sangat relevan untuk merepresentasikan konsep kinematika gerak. Mahasiswa dapat memanipulasi variabel posisi, kecepatan, dan percepatan, serta mengamati dampaknya secara langsung pada simulasi atau game yang dikembangkan. Aktivitas ini mendorong mahasiswa melakukan analisis hubungan sebab-akibat dan evaluasi model gerak yang dibuat, yang merupakan inti dari *HOTS* dalam pembelajaran fisika (Beichner, 1994). Dibandingkan platform simulasi siap pakai, Scratch memberi ruang lebih besar bagi mahasiswa untuk membangun sendiri representasi konseptualnya, sehingga proses berpikir menjadi lebih mendalam dan reflektif.

Dari perspektif *Computational Thinking, Scratch 3.0* secara eksplisit memfasilitasi empat

komponen utama *CT*, yaitu dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan berpikir algoritmik. Dalam pengembangan game edukasi, mahasiswa harus memecah permasalahan fisika menjadi bagian-bagian kecil, mengenali pola gerak, menyederhanakan konsep ke dalam model yang dapat diprogram, serta menyusun algoritma gerak secara logis dan berurutan. Proses ini selaras dengan pengembangan *HOTS* pada level analisis, evaluasi, dan kreasi, karena mahasiswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga menciptakan artefak digital sebagai solusi pembelajaran (Denning, 2017). Oleh karena itu, *Scratch 3.0* dipandang lebih unggul dibandingkan platform lain yang cenderung bersifat pasif atau terlalu teknis, karena mampu mengintegrasikan visualisasi fisika, *Computational Thinking*, dan *High Order Thinking Skills* secara simultan dalam satu lingkungan pembelajaran.Simulasi gerak benda, perubahan kecepatan, dan percepatan dapat direpresentasikan secara visual sehingga membantu mahasiswa membangun pemahaman konseptual yang lebih konkret (Saputra & Lestari, 2021; Yuliani, 2024). Visualisasi ini sangat penting dalam pembelajaran kinematika karena membantu mahasiswa mengaitkan antara persamaan matematis dan fenomena fisik yang diamati (Beichner, 1994). Lebih lanjut, pengembangan game edukasi berbasis *Scratch* secara langsung melibatkan proses *computational thinking.* Mahasiswa dituntut untuk menyusun logika program, merancang algoritma, dan memecahkan masalah secara sistematis selama proses pengembangan game (Lye & Koh, 2014). Aktivitas ini tidak hanya meningkatkan literasi komputasional, tetapi juga memperkuat kemampuan berpikir kritis dan kreatif yang menjadi bagian integral dari *HOTS* (Denning, 2017).

Sejumlah studi melaporkan bahwa integrasi pemrograman visual dan game-based learning dalam pembelajaran sains dan fisika memberikan dampak positif terhadap motivasi belajar, pemahaman konsep, serta pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Hsu, Chang, & Hung, 2018; Cheung, Ng, & Li, 2020). Namun demikian, kajian empiris yang secara spesifik menelaah dampak game-based learning berbasis Scratch 3.0 terhadap peningkatan *HOTS* dan *CT* pada materi kinematika gerak masih relatif terbatas, terutama pada konteks pendidikan tinggi dan mahasiswa calon guru. Padahal, mahasiswa calon guru dituntut tidak hanya menguasai konsep fisika, tetapi juga memiliki kemampuan merancang pembelajaran inovatif berbasis teknologi yang berorientasi pada keterampilan abad ke-21 (OECD, 2019). Oleh karena itu, diperlukan kajian yang lebih mendalam mengenai efektivitas game-based learning berbasis Scratch 3.0 sebagai media pembelajaran fisika yang mampu mengintegrasikan *HOTS* dan computational thinking secara simultan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak penerapan *Game-Based Learning* berbasis *Scratch 3.0* pada materi kinematika gerak terhadap peningkatan *HOTS* dan computational thinking mahasiswa. Penelitian ini diharapkan mampu memperkaya landasan teoretis dalam pengembangan studi pembelajaran fisika berbasis teknologi, sekaligus memberikan manfaat praktis melalui penyediaan media pembelajaran inovatif yang selaras dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21.

METODE

Subjek penelitian ini adalah mahasiswa semester VI Program Studi Pendidikan IPA sedang menempuh Asistensi Mengajar. Jumlah sampel penelitian sebanyak 47 mahasiswa, yang dipilih dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Teknik ini dipilih karena subjek penelitian harus memenuhi kriteria tertentu, yaitu mahasiswa yang telah memperoleh konsep dasar fisika mekanika dan memiliki pengalaman

awal menggunakan perangkat teknologi pembelajaran.

Secara demografis, peserta penelitian berada pada rentang usia 18–21 tahun. Pemilihan mahasiswa ini didasarkan pada pertimbangan bahwa pada tahap ini mahasiswa telah memiliki kesiapan kognitif untuk mengembangkan *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dan *Computational Thinking (CT)*, namun masih memerlukan dukungan media pembelajaran yang bersifat visual dan interaktif untuk memperkuat pemahaman konseptual kinematika gerak. Karakteristik demografis tersebut dipandang relevan dengan tujuan penelitian, yaitu menguji efektivitas *game-based learning* berbasis *Scratch 3.0* dalam meningkatkan *HOTS* dan *CT* mahasiswa.

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang bertujuan untuk menghasilkan produk pembelajaran berupa *game-based learning* berbasis *Scratch 3.0* serta mengkaji dampaknya terhadap peningkatan *Higher Order Thinking Skills (HOTS) dan Computational Thinking (CT)* mahasiswa. Model pengembangan yang digunakan adalah *ADDIE*, yang terdiri atas lima tahap utama, yaitu *analysis, design, development, implementation*, dan *evaluation*. Model *ADDIE* dipilih karena memberikan alur pengembangan media pembelajaran yang sistematis, iteratif, dan berorientasi pada evaluasi berkelanjutan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang bertujuan untuk menghasilkan produk pembelajaran berupa *game-based learning* berbasis Scratch 3.0 serta mengkaji dampaknya terhadap peningkatan *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dan *Computational Thinking (CT)* mahasiswa. Model pengembangan yang digunakan adalah *ADDIE*, yang terdiri atas lima tahap utama, yaitu *analysis, design, development, implementation,* dan *evaluation*. Model *ADDIE* dipilih karena memberikan alur pengembangan media pembelajaran yang sistematis, iteratif, dan berorientasi pada evaluasi berkelanjutan. Alur pengembangan dan kegiatan pada setiap tahap disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian dan Alur Pengembangan Model *ADDIE*

Tahap *ADDIE*	Kegiatan Utama
Analysis	Analisis kebutuhan pembelajaran, karakteristik mahasiswa, dan kajian literatur terkait *HOTS, computational thinking*, serta pembelajaran kinematika gerak
Design	Penyusunan tujuan pembelajaran, perancangan alur game, storyboard, materi kinematika gerak, dan instrumen *HOTS* serta *computational thinking*
Development	Pengembangan game edukasi fisika berbasis *Scratch 3.0*, integrasi simulasi GLB dan GLBB, serta validasi oleh ahli media dan ahli materi
Implementation	Penerapan *game-based learning* dalam pembelajaran kinematika gerak melalui uji coba terbatas dan uji lapangan
Evaluation	Analisis keefektifan menggunakan *N-Gain* dan *paired sample t-test*, serta analisis respon mahasiswa

Perangkat penelitian yang dimanfaatkan dalam studi ini mencakup: (1) lembar validasi ahli media dan ahli materi untuk menilai kelayakan produk, (2) tes *HOTS* dan tes *computational thinking* yang diberikan dalam bentuk *pretest* dan *posttest*, serta (3) angket respon mahasiswa untuk mengukur kepraktisan dan kemenarikan media. Instrumen tes disusun berdasarkan indikator *HOTS* dan *CT* yang telah divalidasi secara isi oleh pakar. Data penelitian dikumpulkan melalui validasi ahli, tes tertulis,

dan angket. Data validasi digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan media. Data *pretest* dan *posttest* digunakan untuk mengukur peningkatan *HOTS* dan *CT* mahasiswa setelah penerapan *game-based learning* berbasis *Scratch 3.0.* Data angket digunakan untuk mengetahui respon mahasiswa terhadap penggunaan media pembelajaran.

Analisis data dilakukan secara kuantitatif. Peningkatan *HOTS* dan *CT* dianalisis menggunakan uji *N-Gain* untuk mengetahui tingkat efektivitas pembelajaran. Selanjutnya, dilakukan uji *paired sample t-test* untuk menguji perbedaan signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*. Hasil analisis digunakan sebagai dasar untuk menyimpulkan dampak penerapan *game-based learning* berbasis *Scratch 3.0* pada materi kinematika gerak terhadap *HOTS* dan *computational thinking* mahasiswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

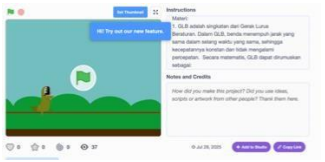
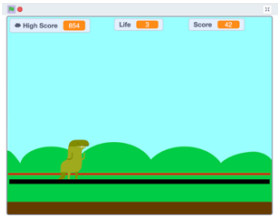
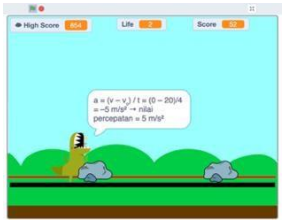
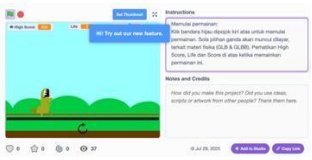
Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa *game-based learning* berbasis *Scratch 3.0* pada materi kinematika gerak yang mencakup Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB). *Game* dikembangkan dengan mengintegrasikan simulasi interaktif, animasi gerak, serta kuis berbasis *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dan *Computational Thinking (CT).* Proses pengembangan mengikuti tahapan model *ADDIE* dan menghasilkan media pembelajaran yang dapat digunakan secara mandiri maupun terintegrasi dalam perkuliahan.

Hasil validasi oleh ahli media, ahli materi, dan praktisi pembelajaran menunjukkan bahwa game yang dikembangkan berada pada kategori sangat valid dan layak digunakan dalam pembelajaran fisika. Rekapitulasi hasil validasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Game Edukasi

Validator	**Persentase Kelayakan (%)**	**Kategori**
Ahli media	94,00	Sangat valid
Ahli Materi	99,00	Sangat valid
Praktis	100,00	Sangat valid
Rata-rata	**97,67**	**Sangat valid**

Dari hasil masukan dan penilaian ahli media, maka terdapat beberapa revisi sesuai saran dan diperoleh tampilan sebelum dan sesudah revisi sebagai berikut :

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
	
	
	

Gambar 1.
Game Sebelum dan Sesudah Revisi Ahli Media

Hasil ini menunjukkan bahwa dari aspek desain, kesesuaian materi, serta kepraktisan penggunaan, *game-based learning* berbasis

Scratch 3.0 memenuhi standar kelayakan sebagai media pembelajaran.

Pengukuran *HOTS* dilakukan menggunakan tes *pretest* dan *posttest* yang disusun berdasarkan indikator analisis, evaluasi, dan kreasi. Ringkasan hasil pengukuran *HOTS* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil *Pretes*t dan *Posttest HOTS*

Validator	Persentase Kelayakan (%)	Kategori
Pretest	56,84	8,72
Posttest	78,63	7,95

Berdasarkan Tabel 3, terjadi peningkatan rata-rata skor *HOTS* sebesar 21,79 poin setelah penerapan *game-based learning*. Hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,05$, yang menandakan bahwa peningkatan *HOTS* mahasiswa bersifat signifikan secara statistik.

Efektivitas peningkatan *HOTS* dianalisis menggunakan uji *N-Gain*, dengan hasil disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji N-Gain HOTS

N-Gain	Kategori
0,57	Sedang (Efektif)

Hasil *N-Gain* menunjukkan bahwa *game-based learning* berbasis *Scratch 3.0* efektif dalam meningkatkan *HOTS* mahasiswa pada kategori sedang.

Kemampuan *computational thinking* diukur melalui tes yang mencakup indikator dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritmik. Hasil pengukuran *CT* disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil *Pretest* dan *Posttest Computational Thinking*

Tes	Rata-Rata Skor	Standar Deviasi
Pretest	54,21	9,15
Posttest	75,08	8,34

Data pada Tabel 5 menunjukkan adanya peningkatan rata-rata skor *CT* sebesar 20,87 poin. Uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,05$, yang mengindikasikan bahwa penerapan *game-based learning* berbasis *Scratch 3.0* memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan *computational thinking* mahasiswa. Hasil uji efektivitas *N-Gain* untuk *CT* disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji *N-Gain Computational Thinking*

N-Gain	Kategori
0,51	Sedang (Efektif)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *game-based learning* berbasis *Scratch 3.0* efektif digunakan dalam pembelajaran kinematika gerak. Hal ini ditunjukkan oleh hasil validasi ahli yang berada pada kategori sangat valid serta respon positif mahasiswa terhadap penggunaan media. Temuan ini mengindikasikan bahwa game yang dikembangkan telah memenuhi aspek pedagogis, substansi materi, dan desain media pembelajaran. Secara teoretis, efektivitas ini dapat dijelaskan melalui pendekatan konstruktivistik yang menekankan bahwa pembelajaran akan lebih bermakna ketika peserta didik terlibat secara aktif dalam membangun pengetahuannya sendiri (Piaget, 1970; Resnick *et al*., 2009). *Game* berbasis Scratch memungkinkan mahasiswa mengeksplorasi konsep kinematika gerak melalui simulasi dan visualisasi dinamis, sehingga proses belajar tidak hanya bersifat verbal, tetapi juga visual dan interaktif. Hal ini sejalan dengan teori multimedia learning yang menyatakan bahwa pemahaman konsep akan meningkat ketika informasi disajikan melalui kombinasi teks, gambar, dan animasi yang saling terintegrasi (Mayer, 2009).

Materi kinematika gerak selama ini dikenal sebagai salah satu materi fisika yang sulit dipahami karena menuntut kemampuan mengaitkan representasi matematis, grafik, dan

fenomena gerak (McDermott *et al*., 1987; Beichner, 1994). Melalui game berbasis *Scratch 3.0*, mahasiswa dapat mengamati langsung hubungan antara variabel posisi, kecepatan, dan percepatan dalam bentuk animasi gerak. Visualisasi ini berperan sebagai *cognitive scaffold* yang membantu mahasiswa mengurangi beban kognitif dan meningkatkan pemahaman konseptual (Sweller, Ayres, & Kalyuga, 2011).

Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan signifikan kemampuan *HOTS* mahasiswa setelah penerapan *game-based learning* berbasis *Scratch 3.0*. Peningkatan ini terlihat dari perbedaan skor *pretest* dan *posttest* serta hasil uji *N-Gain* yang berada pada kategori sedang dan efektif. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis game tidak hanya meningkatkan hasil belajar secara kuantitatif, tetapi juga kualitas proses berpikir mahasiswa.

masalah yang disajikan. Aktivitas ini menuntut mahasiswa untuk memecah permasalahan kompleks menjadi bagian-bagian kecil, mengenali pola gerak, serta menyusun langkah-langkah solusi secara sistematis.

Scratch 3. HOTS dalam penelitian ini diukur berdasarkan indikator analisis, evaluasi, dan kreasi yang merujuk pada revisi Taksonomi Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001). Selama menggunakan game, mahasiswa dituntut untuk menganalisis situasi gerak yang disajikan dalam simulasi, mengevaluasi solusi yang dipilih, serta menentukan langkah penyelesaian masalah secara mandiri. Aktivitas ini secara langsung melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi sebagaimana didefinisikan oleh Brookhart (2010), yaitu kemampuan mengolah informasi secara mendalam dan reflektif.

Hasil penelitian ini sinkron dengan studi terdahulu yang menunjukkan bahwa pembelajaran dengan game mampu mendorong pengembangan *HOTS* melalui mekanisme tantangan, umpan balik langsung, dan pengambilan keputusan berulang (Gee, 2007; Qian & Clark, 2016). Dalam konteks pembelajaran fisika, game menyediakan lingkungan belajar yang aman bagi mahasiswa untuk mencoba berbagai strategi penyelesaian masalah tanpa takut melakukan kesalahan. Kesalahan yang terjadi justru menjadi bagian dari proses belajar, sehingga mahasiswa terdorong untuk merefleksikan dan memperbaiki pemahamannya.

Selain itu, peningkatan *HOTS* juga dipengaruhi oleh karakteristik soal dan aktivitas dalam game yang dirancang berbasis masalah kontekstual. Soal-soal kinematika yang disajikan tidak hanya menuntut perhitungan matematis, tetapi juga pemahaman konsep dan penalaran logis. Hal ini sesuai dengan pandangan bahwa *HOTS* berkembang secara optimal ketika peserta didik dihadapkan pada permasalahan autentik yang menuntut analisis dan evaluasi mendalam (King, Goodson, & Rohani, 2013).

Selain *HOTS*, hasil penelitian juga menunjukkan peningkatan signifikan kemampuan computational thinking mahasiswa. Nilai *N-Gain CT* berada pada kategori sedang dan efektif, yang mengindikasikan bahwa *game-based learning* berbasis *Scratch 3.0* mampu melatih kemampuan berpikir komputasional mahasiswa secara bermakna.

CT dalam penelitian ini mencakup indikator dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritmik sebagaimana dirumuskan oleh Wing (2010) dan Grover dan Pea (2013). Selama proses pembelajaran, mahasiswa tidak hanya berperan sebagai pengguna game, tetapi juga terlibat dalam memahami logika kerja game dan alur penyelesaian *0* sebagai platform pemrograman visual berbasis blok memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan *CT*. Dengan antarmuka *drag-and-drop*, *Scratch* memungkinkan mahasiswa fokus pada logika dan struktur berpikir tanpa terbebani oleh sintaks

pemrograman yang kompleks (Maloney *et al*., 2010). Hal ini sejalan dengan temuan Lye dan Koh (2014) yang menyatakan bahwa pemrograman visual merupakan sarana efektif untuk mengembangkan *CT*, khususnya bagi pemula.

Temuan penelitian ini juga mendukung hasil studi Cheung et al. (2020) dan Hsu *et al*. (2018) yang menunjukkan bahwa integrasi pemrograman visual dan pembelajaran berbasis proyek atau game dapat meningkatkan kemampuan *CT* peserta didik secara signifikan. Dalam konteks pembelajaran fisika, *CT* berperan penting dalam membantu mahasiswa memahami proses pemodelan dan simulasi fenomena fisika, sehingga memperkuat keterkaitan antara konsep sains dan pendekatan komputasional.

Salah satu temuan penting dalam penelitian ini adalah bahwa *game-based learning* berbasis *Scratch 3.0* mampu mengintegrasikan pengembangan *HOTS* dan *CT* secara simultan. Peningkatan kedua keterampilan ini menunjukkan bahwa pembelajaran fisika berbasis game tidak hanya berfokus pada hasil kognitif, tetapi juga pada proses berpikir yang lebih kompleks dan terstruktur.

Integrasi *HOTS* dan *CT* sejalan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21 yang menekankan kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan komputasional sebagai satu kesatuan kompetensi (OECD, 2019). Dalam pembelajaran kinematika gerak, mahasiswa dituntut untuk memahami konsep fisika *(HOTS)* sekaligus merancang langkah penyelesaian masalah secara sistematis *(CT)*. Game berbasis *Scratch 3.0* menyediakan lingkungan belajar yang mendukung integrasi tersebut melalui simulasi interaktif dan tantangan berbasis masalah.

Temuan ini memperkuat pandangan bahwa pembelajaran sains dan fisika di era digital perlu mengadopsi pendekatan yang menggabungkan pemahaman konseptual dengan keterampilan komputasional (Denning, 2017). Dengan demikian, pembelajaran fisika tidak hanya menghasilkan mahasiswa yang mampu menyelesaikan soal, tetapi juga memiliki pola pikir sistematis dan adaptif terhadap perkembangan teknologi.

Secara pedagogis, hasil penelitian ini memberikan implikasi bahwa *game-based learning* berbasis *Scratch 3.0* dapat dijadikan alternatif media pembelajaran fisika yang dirancang secara kreatif dan memiliki tingkat efektivitas tinggi, terutama pada topik-topik yang bersifat abstrak seperti kinematika gerak. Bagi dosen dan pendidik, penggunaan Scratch memungkinkan pengembangan media pembelajaran yang fleksibel dan mudah disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik.

Jika dibandingkan dengan studi terdahulu, temuan penelitian ini menunjukkan konsistensi sekaligus perluasan makna terhadap efektivitas *game-based learning* dan pemrograman visual dalam pembelajaran sains. Sejalan dengan temuan Gee (2007), Qian dan Clark (2016), serta Hsu *et al*. (2018), penelitian ini mengonfirmasi bahwa game edukasi mampu meningkatkan keterlibatan kognitif dan hasil belajar peserta didik melalui mekanisme tantangan, umpan balik instan, dan eksplorasi mandiri. Namun, berbeda dari sebagian penelitian sebelumnya yang lebih menekankan peningkatan *computational thinking* secara terpisah (Maloney *et al*., 2010; Cheung *et al*., 2020), penelitian ini menunjukkan bahwa game berbasis Scratch 3.0 mampu mengembangkan *HOTS* dan *CT* secara simultan dalam satu intervensi pembelajaran. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa integrasi desain game dengan konten fisika yang berbasis masalah kontekstual memiliki peran penting dalam mendorong keterpaduan antara kemampuan berpikir tingkat tinggi dan berpikir komputasional, bukan sekadar peningkatan salah satu aspek kognitif saja.

Secara teoretis, temuan ini dapat

diinterpretasikan melalui kerangka yang memposisikan *Computational Thinking* sebagai mekanisme kognitif yang mengaktifkan *High Order Thinking Skills*. Berbeda dengan pendekatan pembelajaran konvensional yang cenderung memisahkan pemahaman konsep dan strategi penyelesaian masalah, game berbasis *Scratch* dalam penelitian ini menuntut mahasiswa untuk melakukan dekomposisi masalah, mengenali pola gerak, melakukan abstraksi, serta menyusun algoritma solusi, yang pada saat yang sama memicu proses analisis, evaluasi, dan kreasi sebagaimana dijelaskan dalam kerangka *HOTS–CT*. Hasil ini memperkuat pandangan Denning (2017) dan Grover dan Pea (2013) bahwa *CT* bukanlah keterampilan teknis yang berdiri sendiri, melainkan bagian integral dari penalaran tingkat tinggi. Dengan demikian, peningkatan *HOTS* dan *CT* yang ditemukan dalam penelitian ini dapat dipahami sebagai konsekuensi logis dari desain pembelajaran yang secara eksplisit menyelaraskan aktivitas komputasional dengan tuntutan kognitif tingkat tinggi, sehingga menghasilkan proses belajar fisika yang lebih bermakna, sistematis, dan sesuai dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21 (OECD, 2019).

Meskipun demikian, studi ini masih memiliki sejumlah keterbatasan. Pertama, ruang lingkup penelitian hanya mencakup satu topik pembelajaran serta melibatkan satu kelompok mahasiswa. Kedua, pengukuran dampak jangka panjang terhadap *HOTS* dan *CT* belum dilakukan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji efektivitas *game-based learning* berbasis *Scratch 3.0* pada materi fisika lain serta melibatkan sampel yang lebih luas dan beragam.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa *Game-Based Learning* berbasis Scratch 3.0 pada materi kinematika gerak efektif digunakan dalam pembelajaran fisika dan memberikan dampak positif terhadap peningkatan *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* dan *Computational Thinking (CT)* mahasiswa. Media yang dikembangkan melalui model *ADDIE* terbukti valid, praktis, dan layak digunakan berdasarkan hasil validasi ahli serta respon positif mahasiswa. Penerapan pembelajaran berbasis game mampu meningkatkan kemampuan analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah mahasiswa secara signifikan, sebagaimana ditunjukkan oleh perbedaan skor *pretest* dan *posttest* serta hasil uji *N-Gain* yang berada pada kategori sedang dan efektif. Selain itu, penggunaan *Scratch 3.0* mendorong mahasiswa berpikir komputasional melalui aktivitas dekomposisi masalah, pengenalan pola, abstraksi, dan penyusunan algoritma secara sistematis. Dengan demikian, *Game-Based Learning* berbasis *Scratch 3.0* dapat dijadikan sebagai alternatif media pembelajaran fisika yang inovatif dan berorientasi pada penguatan keterampilan abad ke-21, khususnya *HOTS* dan *computational thinking.*

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) UIN Sunan Ampel Surabaya atas dukungan dan fasilitasi yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Selain itu, penulis menyampaikan apresiasi kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi secara langsung maupun tidak langsung dalam pelaksanaan dan penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: *A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.

Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs.

American Journal of Physics, 62(8), 750–762. https://doi.org/10.1119/1.17449

Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the American Educational Research Association Annual Meeting.*

Brookhart, S. M. (2010). *How to assess higher-order thinking skills in your classroom*. ASCD.

Cheung, H. Y., Ng, D. T. K., & Li, Y. (2020). Enhancing students' computational thinking through programming and game-based learning. *Educational Technology Research and Development, 68*(4), 2015–2036. https://doi.org/10.1007/s11423-020-09770-5

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE.

Denning, P. J. (2017). Remaining trouble spots with computational thinking. *Communications of the ACM, 60*(6), 33–39. https://doi.org/10.1145/2998438

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). McGraw-Hill.

Gee, J. P. (2007). *What video games have to teach us about learning and literacy* (2nd ed.). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1057/9780230601994

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher, 42*(1), 38–43. https://doi.org/10.3102/0013189X12463051

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data. *American Journal of Physics, 66*(1), 64–74. https://doi.org/ 10.1119/1.18809

Hsu, T. C., Chang, S. C., & Hung, Y. T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education, 126,* 296–310. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004

King, F. J., Goodson, L., & Rohani, F. (2013). *Higher order thinking skills: Definition, teaching strategies, assessment*. Center for Advancement of Learning and Assessment.

Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming. *Computers in Human Behavior, 41*, 51–61. https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.012

Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., & Eastmond, E. (2010). The Scratch programming language and environment. *ACM Transactions on Computing Education, 10(*4), Article 16. https://doi.org/10.1145/ 1868358.1868363

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678

McDermott, L. C., Rosenquist, M. L., & van Zee, E. H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics concepts. *American Journal of Physics, 55*(6), 503–513. https://doi.org/ 10.1119/1.15104

OECD. (2019). *OECD future of education and skills 2030*. OECD Publishing.

Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist, 50*(4), 258–283. https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533

Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior, 63*, 50–58. https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., … Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM, 52*(11), 60–67. https://doi.org/10.1145/1592761.1592779

Saputra, H., & Lestari, I. (2021). Scratch-based physics learning media to improve student motivation. *Journal of Physics: Conference Series, 1876*, 012038. https:// doi.org/10.1088/1742-6596/1876/1/ 012038

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for scientists and engineers (*10th ed.). Cengage Learning.

Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142–158.

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4

Tokac, U., Novak, E., & Thompson, C. G. (2019). Effects of game-based learning on students' problem-solving skills. *Journal of Computer Assisted Learning, 35*(6), 1–14. https://doi.org/10.1111/jcal.12396

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.

Wing, J. M. (2010). Computational thinking: What and why? The Link *Magazine*, 6–8.

Wing, J. M. (2011). Computational thinking—What and why? *The Link Magazine*. Carnegie Mellon University.

Yuliani, R. (2024). Pemanfaatan Scratch 3.0 dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Sains*, 8(1), 12–21.

Yuliani, N. (2024). Scratch-based GLB and GLBB interactive animation for physics learning. *Borneo Journal of Physics Education, 5*(2), 45–53.