

PENERAPAN MODEL *DISCOVERY LEARNING* BERBASIS MULTIMEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF UNTUK MENINGKATKAN *COMPUTATIONAL THINKING*

Arianti Apriani Sagita¹, Enjun Junaeti², Erlangga²

^{1,2}Pendidikan Ilmu Komputer FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia

¹ariantiaprianisagita@upi.edu, ²enjun@upi.edu, ²erlangga@upi.edu

ABSTRACT

Indonesian students' computational thinking (CT) skills remain suboptimal, even though CT is an essential competency for object-oriented programming (OOP), a topic that is inherently abstract and difficult for novice learners to visualize. This study applied a Discovery learning model based on interactive multimedia to improve the CT skills of vocational high school students in OOP learning. A research and development (R&D) approach was used, following the ADDIE model (Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation) and involving 41 eleventh-grade students from the Software and Game Development program (PPLG) at a vocational high school in Bandung Regency, West Java. The interactive multimedia integrated all discovery learning stages and was validated by media experts using the Learning Object Review Instrument (LORI), followed by field testing using a pretest-posttest design and paired sample t-test analysis. Expert validation yielded an average score of 97.5%, indicating that the multimedia met the required quality standards. The paired sample t-test showed a statistically significant improvement in students' CT. N-Gain analysis revealed the highest gains in the decomposition (62%) and pattern recognition (59%) indicators, followed by algorithm design (45%), while the lowest gain occurred in abstraction (28%). These findings indicate that Discovery learning based on interactive multimedia effectively improves students' CT in OOP learning, particularly in decomposition and pattern recognition, although additional instructional support is still needed to strengthen students' abstraction skills

Keywords: *Computational thinking, Discovery learning, Interactive Learning Multimedia, Object Oriented Programming*

ABSTRAK

Kemampuan *computational thinking* (CT) siswa Indonesia masih belum optimal, padahal CT merupakan kompetensi penting dalam pembelajaran pemrograman berorientasi objek (PBO) yang bersifat abstrak dan sulit divisualisasikan oleh pemula. Penelitian ini bertujuan menerapkan model *Discovery learning* berbasis multimedia pembelajaran interaktif untuk meningkatkan kemampuan CT siswa SMK dalam pembelajaran PBO. Penelitian menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan dengan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation*), melibatkan 41 siswa kelas XI Program Pengembangan Perangkat Lunak dan Gim (PPLG) pada salah satu SMK di Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Multimedia yang dikembangkan mengintegrasikan seluruh sintaks *discovery learning* dan divalidasi oleh ahli media menggunakan instrumen Learning Object Review Instrument (LORI), kemudian

diujicobakan di lapangan menggunakan desain *pretest-posttest* serta dianalisis dengan *paired sample t-test*. Hasil validasi ahli menunjukkan skor rata-rata 97,5%, yang menandakan multimedia telah memenuhi standar kualitas yang dibutuhkan. Uji *paired sample t-test* menunjukkan peningkatan CT siswa yang signifikan. Analisis N-Gain menunjukkan peningkatan tertinggi pada indikator dekomposisi (62%) dan pengenalan pola (59%), diikuti desain algoritma (45%), sedangkan peningkatan terendah terjadi pada indikator abstraksi (28%). Temuan ini menunjukkan bahwa *Discovery learning* berbasis multimedia pembelajaran interaktif efektif meningkatkan CT siswa dalam pembelajaran PBO, khususnya pada dekomposisi dan pengenalan pola, meskipun dukungan pembelajaran tambahan masih diperlukan untuk memperkuat kemampuan abstraksi siswa.

Kata Kunci: *Computational thinking, Discovery learning, Multimedia Pembelajaran Interaktif, Pemrograman Berorientasi Objek*

A. Pendahuluan

Perubahan dunia yang dinamis menuntut siswa berhadapan dengan berbagai tantangan yang kompleks, di mana kemampuan hafalan dan pemahaman konsep dasar tidak lagi cukup memenuhi tuntutan tersebut (Bara dkk., 2025). Dalam kondisi tersebut menumbuhkan kemampuan berpikir dapat membantu siswa membangun pengetahuan, keterampilan, dan pemahaman baru untuk memahami dan menyelesaikan permasalahan secara menyeluruh (Mishra, 2023; Ramírez-Montoya dkk., 2025). *Computational thinking* (CT) dipandang sebagai model berpikir yang penting untuk dimiliki oleh setiap siswa sebagai landasan konseptual untuk menyelesaikan permasalahan secara efektif dan efisien (Li dkk., 2020; Shute dkk., 2017). Secara khusus dalam pendidikan STEM, CT

juga berperan penting dalam membantu siswa memahami sistem yang kompleks, merumuskan algoritma, serta menyelesaikan permasalahan dunia nyata secara sistematis (Pirzado dkk., 2025).

Kemampuan *computational thinking* siswa Indonesia masih belum optimal. Secara nasional, 87% dari 46.400 peserta Bebras Challenge 2023 memperoleh skor di bawah batas minimum, dengan skor rata-rata siswa kelas 10-12 tercatat paling rendah di antara seluruh jenjang (Fitriyah dkk., 2024). Temuan tersebut sejalan dengan kondisi di lapangan dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru Program Keahlian Pengembangan Perangkat Lunak dan Gim (PPLG) menilai kebiasaan belajar siswa kelas X yang mengarah pada kemampuan *computational thinking* masih berada

pada kategori rendah hingga sedang, dengan kecenderungan dominan pada kategori rendah.

Pemrograman merupakan proses kompleks yang menuntut kemampuan pemecahan masalah dalam mengembangkan kode program (Yusoff dkk., 2020). Kondisi tersebut dipengaruhi oleh konsep pemrograman yang bersifat abstrak dan tidak mudah divisualisasikan (Konecki, 2014). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pemrograman pemula kesulitan memahami konsep dasar pemrograman berorientasi objek (Shmallo & Ginat, 2025; Qian & Lehman, 2017). Kesulitan-kesulitan tersebut dikelompokkan menjadi tiga aspek, yaitu penguasaan sintaks, pemahaman konsep, dan kemampuan strategis seperti perencanaan solusi, penulisan, evaluasi program, dan debugging (Qian & Lehman, 2017). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran pemrograman membutuhkan lebih dari sekadar penguasaan sintaks dan konsep, melainkan juga kemampuan merencanakan dan menyelesaikan permasalahan (Yusoff dkk., 2020). CT dinilai sebagai kompetensi esensial dalam pemrograman karena

penyelesaian tugas pemrograman memerlukan penerapan keterampilan yang terdapat pada pilar-pilar CT (Kaleem dkk., 2024).

Pengembangan *computational thinking* dipengaruhi oleh model pembelajaran yang digunakan (Bai dkk., 2021). PjBL menjadi salah satu solusi peningkatan CT karena mendukung pemecahan masalah, berpikir algoritmik, serta penguasaan materi (Zhang dkk., 2024; Chen & Hui, 2024). Akan tetapi penerapannya masih dibatasi oleh keterbatasan waktu dan kesulitan transfer konsep ke penerapan teknologi (Chen & Hui, 2024). Pair programming dan game-based learning (GBL) juga digunakan untuk mengembangkan CT, akan tetapi efektivitas pair programming tidak terlalu optimal pada pasangan yang bukan teman, sedangkan pada GBL, motivasi peserta didik untuk menyelesaikan permainan dapat mengalihkan fokus dari tujuan pembelajaran (Bai dkk., 2021).

Discovery learning (DL) juga digunakan untuk meningkatkan CT. Model ini dapat meningkatkan CT siswa melalui aktivitas eksplorasi dan pemecahan masalah (Windari dkk., 2025; Azizah & Setyawarno, 2025; Hapsari dkk., 2025). Menurut Shmallo

& Ginat (2025) pembelajaran pemrograman berorientasi objek memerlukan pengalaman belajar yang mendorong siswa mengeksplorasi konsep serta memverifikasi pemahaman dan memperbaiki miskonsepsi. Kebutuhan pembelajaran tersebut selaras dengan *Discovery learning* yang mendorong siswa untuk mengeksplorasi, mengolah informasi, serta memverifikasi temuan secara mandiri (Dehong dkk., 2020; Utami & Arju, 2025). Dengan demikian, model *Discovery learning* dipilih karena kesesuaiannya dengan kebutuhan pembelajaran PBO serta berpotensi untuk meningkatkan *computational thinking*.

Media pembelajaran turut dimanfaatkan untuk meningkatkan kemampuan *computational thinking*. Salah satunya adalah *augmented reality* (AR) dan *virtual reality* (VR). AR/VR berdampak positif terhadap peningkatan *computational thinking*, karena dapat memvisualisasikan konsep-konsep abstrak (Jang dkk., 2026). Namun, penerapan AR/VR masih memiliki keterbatasan dalam biaya, infrastruktur, akses perangkat, pelatihan pendidik (Faresta dkk., 2024; Jang dkk., 2026). Selain AR/VR,

block-based programming seperti *Scratch* juga digunakan untuk meningkatkan CT dan keterampilan coding di berbagai konteks pendidikan (Yang dkk., 2025; Vidal-Silva dkk., 2024). Namun, penerapannya memiliki keterbatasan seperti peningkatan keterampilan coding tidak selalu diikuti oleh peningkatan CT yang signifikan (Yang dkk., 2025). Multimedia interaktif juga banyak dimanfaatkan untuk mengembangkan *computational thinking*. Multimedia interaktif dapat meningkatkan kemampuan *computational thinking* melalui penyajian materi yang mengintegrasikan animasi, simulasi, visualisasi, dan aktivitas pemecahan masalah (Simamora dkk., 2024; Ekayana dkk., 2025; Komara dkk., 2025; Murniatiningtyas dkk., 2024). Multimedia interaktif banyak digunakan dalam pendidikan karena mampu menggabungkan teks, gambar, audio, video, dan animasi untuk meningkatkan keterlibatan siswa serta mendukung hasil pembelajaran (Syahputra & Maksum, 2020; Staneviciene & Žekienė, 2025). Multimedia interaktif dipilih karena berpotensi meningkatkan CT dan dapat mengatasi kelemahan pembelajaran berbasis penemuan

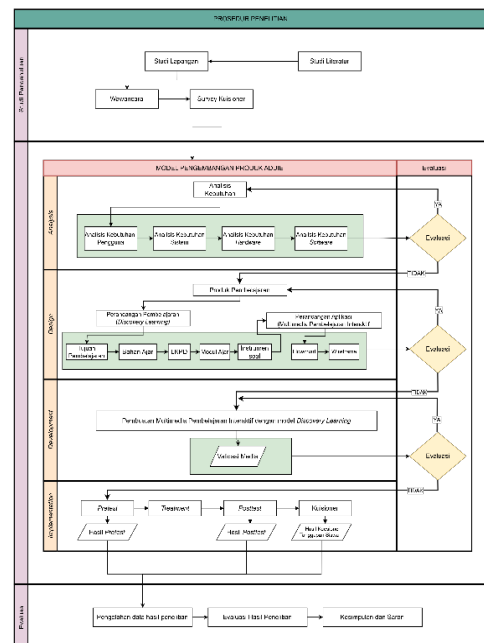
dengan menyediakan hard scaffold yang dirancang sebelum pembelajaran (Van Uum dkk., 2017; Brush & Saye, 2002).

Berdasarkan tinjauan yang telah diuraikan, penelitian ini berfokus pada penerapan model pembelajaran *Discovery learning* berbasis multimedia interaktif untuk melatih kemampuan *computational thinking* siswa. Penelitian ini memiliki kebaruan dengan menggabungkan seluruh sintaks *discovery learning* dalam satu platform interaktif sehingga memberikan kontribusi baik secara teori maupun praktik sebagai alternatif multimedia pembelajaran pemrograman yang dilengkapi elemen teks, video, audio, gambar, dan simulasi pemrograman. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menerapkan model *discovery learning* berbasis multimedia pembelajaran interaktif untuk meningkatkan *computational thinking*.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan. Model pengembangan dalam penelitian ini adalah model ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation*).

Subjek penelitian ini melibatkan siswa kelas XI sebanyak 41 siswa jurusan Program Pengembangan Perangkat Lunak dan Gim (PPLG) pada salah satu SMK di Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Pembelajaran berfokus pada pemrograman berorientasi objek (PBO) materi pengenalan PBO, *class* dan *object*, dan enkapsulasi. Bahan yang digunakan meliputi modul ajar, LKPD, dan materi ajar yang disesuaikan dengan kurikulum sekolah serta referensi model *discovery learning*. Langkah-langkah prosedur penelitian menggunakan ADDIE ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Penelitian (Model ADDIE)

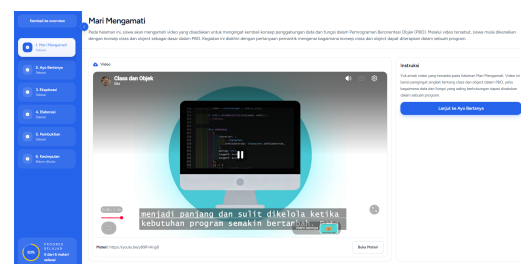
Prosedur penelitian ini terdiri atas tiga tahap utama, yaitu studi pendahuluan, studi pengembangan,

dan evaluasi. Tahap studi pendahuluan dilakukan melalui studi literatur dan studi lapangan berupa wawancara serta survei kuesioner untuk mengidentifikasi kebutuhan siswa. Tahap studi pengembangan mengacu pada model ADDIE, yang terdiri atas empat tahap yaitu *analysis*, *design*, *development*, dan *implementation*, dengan proses evaluasi di setiap tahap sebelum melangkah ke tahap berikutnya. Tahap *analysis* mencakup analisis kebutuhan pengguna, sistem, hardware, dan software berdasarkan hasil studi pendahuluan. Tahap *design* menghasilkan produk pembelajaran yang terbagi menjadi perancangan pembelajaran berbasis *Discovery learning*, mencakup tujuan pembelajaran, bahan ajar, LKPD, modul ajar, dan instrumen soal, serta perancangan aplikasi multimedia pembelajaran interaktif, mencakup flowchart dan wireframe. Tahap *development* mencakup pembuatan multimedia pembelajaran interaktif berbasis *Discovery learning* yang kemudian divalidasi oleh ahli media. Tahap *implementation* dilakukan melalui uji coba media kepada siswa, dimulai dari *pretest*, dilanjutkan dengan treatment menggunakan

multimedia pembelajaran interaktif, kemudian *posttest*, dan diakhiri dengan pengisian kuesioner tanggapan siswa, sehingga menghasilkan data hasil *pretest*, hasil *posttest*, dan hasil kuesioner tanggapan siswa. Tahap evaluasi dilakukan melalui pengolahan data hasil penelitian dan evaluasi hasil penelitian, yang selanjutnya dijadikan dasar untuk menyusun kesimpulan dan saran.

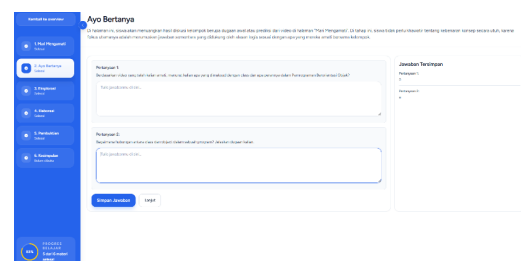
C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penerapan model *discovery learning* yang diintegrasikan ke dalam multimedia pembelajaran interaktif pada pembelajaran pemrograman berorientasi objek dapat dilihat pada Gambar 2 sampai Gambar 9.

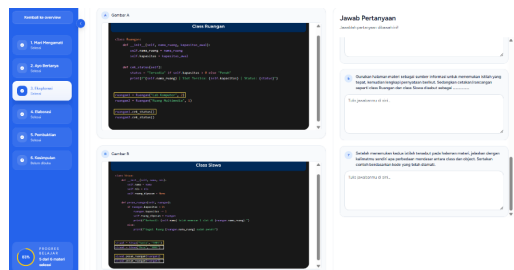


Gambar 2. Tahap Stimulus
Pada tahap stimulus siswa bisa

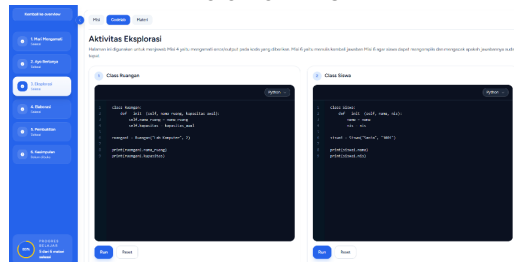
menonton video mengenai permasalahan dari konsep yang akan dipelajari.



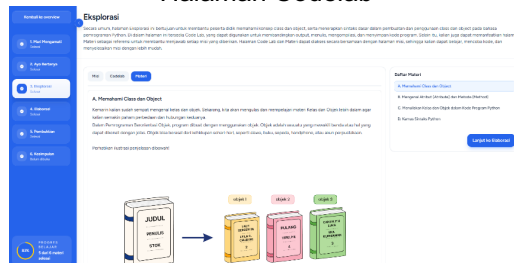
Gambar 3. Tahap Identifikasi Masalah
Pada tahap identifikasi masalah siswa bisa menguraikan masalah dari video yang sudah ditonton lalu membuat dugaan mengenai konsep yang akan dipelajari.



Gambar 4. Tahap Pengumpulan Data – Halaman Misi



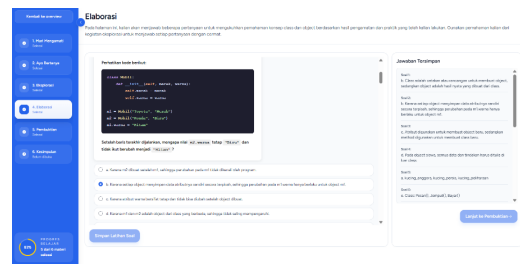
Gambar 5. Tahap Pengumpulan Data – Halaman Codelab



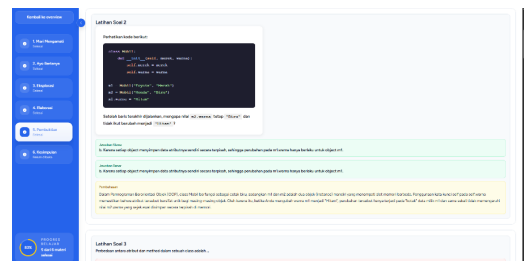
Gambar 6. Tahap Pengumpulan Data – Halaman Materi
Pada tahap pengumpulan data

halaman terbagi menjadi tiga bagian yaitu halaman misi atau serangkaian tugas untuk siswa mengumpulkan pemahaman mengenai konsep yang dipelajari. Halaman Codelab atau halaman untuk siswa bisa compile, debugging dan menuliskan kode. Terakhir halaman materi untuk siswa

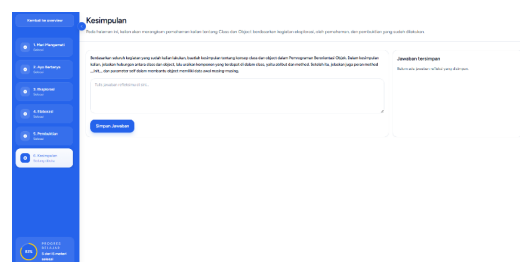
mencari referensi mengenai penjelasan konsep dan contoh kode. Halaman-halaman tersebut bertujuan agar siswa bisa melakukan pengamatan, praktik atau membaca materi sehingga siswa memiliki pemahaman yang cukup.



Gambar 7. Tahap Pengolahan Data
Pada tahap pengolahan data siswa diarahkan untuk mengerjakan kuis untuk menguji pemahaman yang telah dimiliki oleh siswa.



Gambar 8. Tahap Verifikasi
Pada tahap verifikasi siswa melihat hasil perbandingan jawaban siswa dengan jawaban benar dilengkapi pembahasan pada setiap materi agar siswa dapat mengoreksi pemahaman yang masih keliru.



Gambar 9. Tahap Generalisasi

Pada tahap generalisasi siswa diarahkan untuk menjawab kesimpulan akhir guna menggeneralisasi konsep inti dari konsep yang telah dipelajari.

Validasi Multimedia

Selanjutnya, media ini divalidasi terlebih dahulu oleh ahli dengan menggunakan instrument Learning Object Review Instrument (LORI) (Nesbit et al., 2009). Penilaian ini menggunakan skala likert dari 1 sampai 5. Hasil dari validasi tersebut dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Penilaian Aspek Media dan Materi

No	Aspek	Persentase
1	<i>Content Quality</i>	100%
2	<i>Learning Goal Alignment</i>	100%
3	<i>Feedback and Adaptation</i>	100%
4	<i>Motivation</i>	100%
5	<i>Presentation Design</i>	100%
6	<i>Interaction Usability</i>	100%
7	<i>Accessibility</i>	80%
8	<i>Standards Compliance</i>	100%
	Rata-rata	97,5%

Tabel 1 menunjukkan hasil penilaian media pembelajaran interaktif oleh ahli media. Untuk aspek *Content Quality*, *Learning Goal*

Alignment, *Feedback and Adaptation*, *Motivation*, *Presentation Design*, *Interaction Usability*, dan *Standards Compliance* masing-masing mendapatkan 100%. Aspek *Accessibility* mendapat nilai 80% karena tampilan website pada *smartphone* kurang responsif. Rata-rata dari penilaian media dan materi mendapatkan hasil 97,5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media yang dibuat sudah memenuhi standar yang dibutuhkan dari segi kualitas isi, tampilan, navigasi, serta aspek teknis lainnya.

Computational thinking

Setelah pelaksanaan uji lapangan di sekolah, data hasil *pretest* dan *posttest* dianalisis. Uji normalitas menggunakan metode Shapiro-Wilk menghasilkan nilai signifikansi 0,261 untuk *pretest* dan 0,208 untuk *posttest*. Kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05 sehingga data dinyatakan berdistribusi normal. Uji hipotesis kemudian dilakukan menggunakan paired sample t-test dan menghasilkan nilai signifikansi $p < .0001$, lebih kecil dari 0,05, sehingga H_0 ditolak. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan model *Discovery learning* berbasis multimedia interaktif memberikan peningkatan yang

signifikan. Analisis skor N-Gain selanjutnya dilakukan untuk mengetahui sejauh mana peningkatan tersebut terjadi. Nilai N-Gain dihitung dari skor *pretest* dan *posttest*, kemudian dikategorikan menjadi rendah, sedang, atau tinggi. Hasil skor N-Gain disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Skor N-Gain *Computational thinking* Berdasarkan Kelompok

Kelompok	Keterangan	Pretest	Posttest	N-Gain	Kategori
Atas	Nilai Max	64	96	82,0 %	Tinggi
	Nilai Min	32	84		
	Rata-rata	44,5	90,0		
Tengah	Nilai Max	60	88	47,5 %	Sedang
	Nilai Min	35,3	66,0		
Bawah	Nilai Max	52	64	14,4 %	Rendah
	Nilai Min	20	32		
	Rata-rata	37,8	46,8		

Tabel tersebut menyajikan nilai maksimum, minimum, rata-rata, serta kategori N-Gain untuk masing-masing kelompok. Pada kelompok atas, diperoleh nilai *pretest* dengan skor maksimal 64 dan skor minimal 32, sedangkan pada *posttest* diperoleh skor maksimal 96 dan skor minimal 84. Rerata N-Gain kelompok atas adalah 82,0%, termasuk ke dalam kategori tinggi. Pada kelompok tengah, diperoleh nilai *pretest* dengan skor maksimal 60 dan skor minimal

16, sedangkan pada *posttest* diperoleh skor maksimal 88 dan skor minimal 44. Adapun rerata N-Gain kelompok tengah adalah 47,5%, hampir serupa dengan kelompok atas dan termasuk ke dalam kategori sedang. Terakhir, pada kelompok bawah, diperoleh nilai *pretest* dengan skor maksimal 52 dan skor minimal 20, sedangkan pada *posttest* diperoleh skor maksimal 64 dan skor minimal 32. Rerata N-Gain kelompok bawah adalah 14,4%, termasuk ke dalam kategori rendah.

Untuk mengetahui peningkatan kemampuan *computational thinking* pada setiap indikator, dilakukan analisis skor N-Gain berdasarkan empat indikator yaitu dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi dan desain algoritma. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Skor N-Gain *Computational thinking* Berdasarkan Indikator

Indikator	Pretest	Posttest	N-Gain	Kategori
Dekomposisi	46,6	79,9	62%	Sedang
Pengenalan Pola	37,0	74,0	59%	Sedang
Abstraksi	36,6	54,6	28%	Rendah
Desain Algoritma	23,9	57,8	45%	Sedang

Secara umum, semua indikator mengalami peningkatan setelah pembelajaran dilakukan. Indikator

dekomposisi mengalami peningkatan paling tinggi dengan N-Gain 62% dan masuk kategori sedang, yaitu dari nilai rata-rata 46,6 pada *pretest* menjadi 79,9 pada *posttest*. Indikator pengenalan pola juga berada di kategori sedang dengan N-Gain 59%, meningkat dari 37,0 menjadi 74,0. Begitu pula dengan indikator desain algoritma yang memperoleh N-Gain 45% dengan kategori sedang, naik dari 23,9 menjadi 57,8. Sementara itu, indikator abstraksi mendapat N-Gain paling rendah yaitu 28% dengan kategori rendah, meningkat dari 36,6 menjadi 54,6. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan abstraksi peserta didik lebih sulit meningkat dibandingkan indikator lainnya melalui pembelajaran yang diterapkan.

Pembahasan

Dari hasil uji paired t-test menunjukkan bahwa penerapan *discovery learning* (DL) berbasis multimedia interaktif signifikan meningkatkan *computational thinking* (CT). Hasil tersebut dapat menguatkan penelitian bahwa penggunaan DL dapat meningkatkan CT secara signifikan (Windari dkk., 2025; Azizah & Setyawarno, 2025; Hapsari dkk., 2025). Sejalan dengan itu, model pembelajaran DL cocok

diterapkan pada materi pemrograman berorientasi objek karena mendukung aktifitas eksplorasi dan verifikasi mandiri secara aktif (Dehong dkk., 2020; Utami & Arju, 2025). Berbeda dengan temuan Anjarwati dkk. (2025) yang menunjukkan penerapan model *discovery learning* tidak selalu signifikan terhadap CT dan terdapat korelasi signifikan ketika berinteraksi dengan *self-regulated learning* siswa, penelitian ini menemukan peningkatan CT yang signifikan tanpa mempertimbangkan variabel SRL. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh peran multimedia interaktif sebagai *hard scaffold* (Van Uum dkk., 2017; Brush & Saye, 2002), yaitu alat bantuan pembelajaran yang telah dirancang ke dalam setiap tahap sintaks *discovery learning* sebelum pembelajaran berlangsung, sehingga mengurangi ketergantungan efektivitas DL terhadap kemampuan regulasi diri siswa yang bisa dibantu dengan penerapan *soft scaffold* berjenjang oleh guru (Saye & Brush, 2002).

Hasil penelitian ahli media dan ahli materi menunjukkan nilai yang relatif tinggi namun terdapat ruang perbaikan pada aspek *accessibility* dikarenakan tampilan halaman

codelab atau kode editor yang kurang optimal, cenderung sempit dan hasil penulisan kode kurang terbaca pada penggunaan *smartphone*. Namun penggunaan multimedia interaktif yang menggabungkan berbagai elemen multimedia seperti teks, audio, video atau simulasi terbukti meningkatkan hasil belajar yang pada konteks penelitian ini yaitu peningkatan *computational thinking* (Syahputra & Maksum, 2020; Staneviciene & Žekienė, 2025).

Berdasarkan hasil analisis N-Gain terhadap 41 siswa, diperoleh distribusi 8 siswa (19,5%) kategori tinggi, 16 siswa (39%) kategori sedang, 11 siswa (26,8%) kategori rendah, dan 6 siswa (14,6%) tidak mengalami peningkatan. Penurunan pada 6 siswa tersebut disebabkan oleh tiga faktor secara umum yaitu kondisi fisik siswa saat mengerjakan tidak optimal, ketidakseriusan dan kecurangan akademik saat mengerjakan tes dan kendala teknis berupa keluar dari sistem ketika waktu pengerjaan hampir habis. Secara keseluruhan, penurunan skor ini lebih disebabkan oleh faktor non-kognitif dan gangguan teknis.

Hasil analisis N-Gain per indikator menunjukkan pola

peningkatan yang tidak merata pada keempat indikator *computational thinking*. Indikator dekomposisi mengalami peningkatan tertinggi dengan N-Gain 62% diikuti pengenalan pola sebesar 59%. Sebaliknya indikator abstraksi mengalami peningkatan paling rendah yaitu 28% dan menjadi satu-satunya indikator berkategori rendah. Kesulitan pada abstraksi bukan temuan yang berdiri sendiri. Moon dkk. (2022) menemukan abstracting sebagai salah satu praktik *computational thinking* tersulit bagi pemula dalam pemrograman berbasis blok. Rijke dkk. (2018) melaporkan abstraksi berkembang lebih lambat dibandingkan dekomposisi dan lebih bergantung pada tingkat perkembangan kognitif siswa. Ezeamuzie dkk. (2022) menambahkan bahwa abstraksi memiliki pemaknaan dan cara pengukuran yang paling beragam di antara sub-keterampilan *computational thinking* lainnya. Akibatnya, model pembelajaran yang tidak secara khusus melatih kemampuan abstraksi cenderung sulit menghasilkan peningkatan yang besar pada aspek ini. Capaian N-Gain

sebesar 28% pada penelitian ini sejalan dengan pola tersebut.

D. Kesimpulan

Penerapan model *Discovery learning* berbasis multimedia pembelajaran interaktif terbukti efektif meningkatkan kemampuan *computational thinking* siswa dalam pembelajaran pemrograman berorientasi objek, ditunjukkan oleh peningkatan yang signifikan pada uji *paired sample t-test*. Media yang dikembangkan juga dinyatakan layak digunakan berdasarkan validasi ahli dengan skor rata-rata 97,5%. Peningkatan *computational thinking* terjadi secara tidak merata pada tiap indikator, dengan dekomposisi dan pengenalan pola mengalami peningkatan tertinggi, sementara abstraksi mengalami peningkatan terendah. Kontribusi penelitian ini terletak pada penggabungan seluruh sintaks *discovery learning* ke dalam satu platform multimedia interaktif sebagai alternatif media pembelajaran pemrograman. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan intervensi tambahan yang secara khusus menargetkan penguatan kemampuan abstraksi siswa, serta memperbaiki aspek aksesibilitas media pada perangkat *smartphone*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjarwati, R., Negara, H. R. P., Syawahid, M., & Setambah, M. A. B. (2025). The application of the *discovery learning* model to students' *computational thinking* ability is reviewed from self-regulated learning. *Journal of Didactic Mathematics*, 6(2), 114–127.
<https://doi.org/10.34007/jdm.v6i2.2826>
- Azizah, G. A. G., & Setyawarno, D. (2025). The Effect of Integrated STEM *Discovery learning* Model on *Computational thinking* Skills in Heat and Its Conversion Material for Grade VII Students at SMP Negeri 1 Kalasan. *Journal of Science Education Research*, 9(2), 107–117.
<https://doi.org/10.21831/jser.v9i2.88453>
- Bai, H., Wang, X., & Zhao, L. (2021). Effects of the Problem-Oriented Learning Model on Middle School Students' *Computational thinking* Skills in a Python Course. *Frontiers in Psychology*, 12, 771221.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.771221>
- Bara, E., Berdica, B., & Bara, G. (2025). The Role of Critical Thinking in Enhancing Student Learning and Problem Solving for 21st Century Challenges. *International Journal of Social Sciences & Humanities (IJSSH)*, 10(1), 37–48.
<https://doi.org/10.58885/ijssh.v10i1.37.gb>

- Brush, T. A., & Saye, J. W. (2002). A Summary of Research Exploring Hard and Soft Scaffolding for Teachers and Students Using a Multimedia Supported Learning Environment. *Journal of Interactive Online Learning*, 1(2). <https://www.ncolr.org/issues/jiol/v1/n2/a-summary-of-research-exploring-hard-and-soft-scaffolding-for-teachers-and-students-using-a-multimedia-supported-learning-environment.html>
- Chen, J., & Hui, J. (2024). Put two and two together: A systematic review of combining *computational thinking* and project-based learning in STEM classrooms. *STEM Education Review*, 2. <https://doi.org/10.54844/stemer.2023.0470>
- Dehong, R., Kaleka, M. B. U., & Rahmawati, A. S. (2020). Analisis langkah-langkah penerapan model *discovery learning* dalam pembelajaran fisika. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(02), 131–139.
- Ekayana, A. A. G., Putra, D. M. D. U., & Sudatha, I. G. W. (2025). Interactive mobile learning to improve *computational thinking* and achievement in digital systems courses. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 12(4), 444–454. <https://doi.org/10.21831/jitp.v12i4.89321>
- Ezeamuzie, N. O., Leung, J. S. C., & Ting, F. S. T. (2022). Unleashing the potential of abstraction from cloud of *computational thinking*: A systematic review of literature. *Journal of Educational Computing Research*, 60(4), 877–905. <https://doi.org/10.1177/07356331211055379>
- Faresta, R. A., Nicholas, T. Z. S. B., Chi, Y., Sinambela, I. A. N., & Mopolio, A. Z. (2024). Exploring the potential of virtual reality (VR) in developing students' thinking skills: A narrative review of the last five years. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 3(2), 217–239. <https://doi.org/10.36312/ijece.v3i2.2407>
- Fitriyah, Y., Wahyudin, W., Nurhayati, H., & Febrianti, T. S. (2024). Indonesian students' *computational thinking* performance based on level and gender. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 8(1), 50–62. <https://doi.org/10.20961/ijpte.v8i1.89464>
- Hapsari, R. F., Kuswardi, Y., & Andriatna, R. (2025). Students' ability of understanding concepts and computational skill based on learning styles in the *discovery learning* model. *Journal of Honai Math*, 8(2), 271–286. <https://doi.org/10.30862/jhm.v8i2.879>
- Jang, J., Jeon, J., & Jung, S. K. (2026). Immersive technologies (AR/VR) for computer science and *computational thinking* education: A systematic literature review of trends and gaps. *IEEE Access*, 14,

- 54414–54441.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2026.3680395>
- Kaleem, M., Hassan, M. A., & Khurshid, S. K. (2024). A machine learning-based adaptive feedback system to enhance programming skill using *computational thinking*. IEEE Access, 12, 59431–59440.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3391873>
- Komara, M. A. A., Junaeti, E., Piantari, E., & Rahman, E. F. (2025). Multimedia development in guided inquiry-based learning to enhance vocational high school students' *computational thinking* skills. Computing and Education Technology Journal, 5(1), 1–8.
<https://doi.org/10.20527/cetj.v5i1.15228>
- Konecki, M. (2014). Problems in programming education and means of their improvement. In B. Katalinic (Ed.), DAAAM International Scientific Book (1st ed., Vol. 13, pp. 459–470). DAAAM International Vienna.
<https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2014.37>
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2020). On *computational thinking* and STEM education. Journal for STEM Education Research, 3(2), 147–166.
<https://doi.org/10.1007/s41979-020-00044-w>
- Mishra, N. R. (2023). Constructivist approach to learning: An analysis of pedagogical models of social constructivist learning theory. Journal of Research and Development, 6(01), 22–29.
<https://doi.org/10.3126/jrdn.v6i01.55227>
- Moon, H., Cheon, J., & Kwon, K. (2022). Difficult concepts and practices of *computational thinking* using block-based programming. International Journal of Computer Science Education in Schools, 5(3), 3–16.
<https://doi.org/10.21585/ijcses.v5i3.129>
- Murniatiningtyas, D., Degeng, I. N. S., & Sitompul, N. C. (2024). Developing instructional media Android-based for building *computational thinking* skills for high school students. Pedagogia: Jurnal Pendidikan, 13(1), 159–188.
<https://doi.org/10.21070/pedagogia.v13i1.1610>
- Nesbit, J., Leacock, T., & Belfer, K. (2009). Learning Object Review Instrument (LORI).
- Pirzado, F. A., Ahmed, A., Hussain, S., Ibarra-Vázquez, G., & Terashima-Marin, H. (2025). Assessing *computational thinking* in engineering and computer science students: A multi-method approach. Education Sciences, 15(3), 344.
<https://doi.org/10.3390/educsci15030344>
- Qian, Y., & Lehman, J. (2017). Students' misconceptions and other difficulties in introductory programming: A literature review.

- ACM Transactions on Computing Education, 18(1), 1:1-1:24.
<https://doi.org/10.1145/3077618>
- Ramírez-Montoya, M. S., Portuquez-Castro, M., & Mendoza-Urdiales, R. (2025). Redefining education: Educational trajectories for complex thinking skills. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 958.
<https://doi.org/10.1057/s41599-025-04929-2>
- Rijke, W. J., Bollen, L., Eysink, T. H. S., & Tolboom, J. L. J. (2018). *Computational thinking* in primary school: An examination of abstraction and decomposition in different age groups. *Informatics in Education*, 17(1), 77–92.
<https://doi.org/10.15388/infedu.2018.05>
- Shmallo, R., & Ginat, D. (2025). Teaching object-oriented threshold concepts using the learning-from-errors approach. *ACM Transactions on Computing Education*, 26(1), 4:1-4:25.
<https://doi.org/10.1145/3770064>
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying *computational thinking*. *Educational Research Review*, 22, 142–158.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>
- Simamora, D. C., Simanjorang, M. M., & Mulyono. (2024). Interactive multimedia development to improve *computational thinking* abilities and student learning motivation. *Numerical: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*.
<https://doi.org/10.25217/numerical.v8i1>
- Staneviciene, E., & Žekienė, G. (2025). The use of multimedia in the teaching and learning process of higher education: A systematic review. *Sustainability*, 17(19), 8859.
<https://doi.org/10.3390/su17198859>
- Syahputra, F., & Maksum, H. (2020). The development of interactive multimedia learning in information and communication technology subjects. *Journal of Education Research and Evaluation*, 4(4), 428.
<https://doi.org/10.23887/jere.v4i4.29931>
- Utami, N., & Arju, L. (2025). *Discovery learning* model: Concepts, implementation, and current research trends. *Contextual Natural Science Education Journal*, 3(2), 92–95.
<https://doi.org/10.29303/cnsej.v3i2.1085>
- van Uum, M. S. J., Verhoeff, R. P., & Peeters, M. (2017). Inquiry-based science education: Scaffolding pupils' self-directed learning in open inquiry. *International Journal of Science Education*, 39(18), 2461–2481.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1388940>
- Vidal-Silva, C., Cárdenas-Cobo, J., Tupac-Yupanqui, M., Serrano-Malebrán, J., & Sánchez Ortiz, A. (2024). Developing programming competencies in school-students

- with block-based tools in Chile, Ecuador, and Peru. *IEEE Access*, 12, 118924–118936. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3449228>
- Windari, I., Fatra, M., & Diwidian, F. (2025). *Discovery learning: Its impact on students' mathematical computational thinking ability and self-confidence*. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 9(1), 51–65. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v9i1.10423>
- Yang, Z., Blake-West, J., Yang, D., & Bers, M. (2025). The impact of a block-based visual programming curriculum: Untangling coding skills and *computational thinking*. *Learning and Instruction*, 95, 102041. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2024.102041>
- Yusoff, K. M., Sahari, N., Siti, T., & Mohd, N. (2020). Analysis on the requirements of *computational thinking* skills to overcome the difficulties in learning programming. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(3). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0110329>
- Zhang, W., Guan, Y., & Hu, Z. (2024). The efficacy of project-based learning in enhancing computational thinking among students: A meta-analysis of 31 experiments and quasi-experiments. *Education and Information Technologies*, 29(11), 14513–14545. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12392-2>