Copyright © 2026 The Author(s)
Didaktika: Jurnal Kependidikan Vol. 15 No. 4, November 2026

Pengembangan Multimedia Interaktif Pelajaran Informatika dengan Model *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Analisis dan Penerapan Berpikir Komputasional Siswa Kelas X Sekolah Menengah Atas

Nurhayati N LR[1], Bachtiar Sjaiful Bachri[2] , Fajar Arianto[3] , Citra Fitri Kholidya[4]
[1,2,3,4]Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

[3]fajararianto@unesa.ac.id
DOI: https://doi.org/10.58230/27454312.5232

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menguji efektivitas multimedia interaktif "KomputaThink" berbasis Problem Based Learning (PBL) terhadap kemampuan analisis dan penerapan berpikir komputasional siswa kelas X pada pembelajaran Informatika. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode kuasi eksperimen dan desain Nonequivalent Control Group Design. Partisipan terdiri atas 60 siswa yang terbagi menjadi kelompok eksperimen dan kontrol, masing-masing 30 siswa. Kelompok eksperimen mengikuti pembelajaran menggunakan multimedia interaktif yang mengintegrasikan sintaks PBL, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran pembanding. Instrumen penelitian berupa tes kemampuan analisis dan tes penerapan berpikir komputasional yang mencakup dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma. Validitas isi instrumen diperiksa menggunakan Aiken's V, validitas empiris butir menggunakan korelasi Pearson, dan reliabilitas internal menggunakan Cronbach's Alpha. Analisis data meliputi statistik deskriptif, uji asumsi, paired-samples t-test, independent-samples t-test terhadap change score, normalized gain, Cohen's d, dan ANCOVA dengan skor pre-test sebagai kovariat. Dalam dataset sintetis yang digunakan untuk penyusunan draf ini, rerata kemampuan analisis kelompok eksperimen meningkat dari 54,48 menjadi 74,51, sedangkan kelompok kontrol meningkat dari 55,53 menjadi 67,69. Pada penerapan berpikir komputasional, rerata kelompok eksperimen meningkat dari 52,41 menjadi 73,35, sedangkan kelompok kontrol meningkat dari 52,83 menjadi 62,44. Perbedaan change score menghasilkan Cohen's d sebesar 1,56 untuk kemampuan analisis dan 2,28 untuk penerapan berpikir komputasional. ANCOVA menunjukkan perbedaan adjusted post-test yang signifikan pada kedua outcome setelah skor awal dikendalikan. Hasil tersebut menunjukkan pola peningkatan yang lebih besar pada kelompok yang memperoleh multimedia interaktif berbasis PBL.
Kata kunci: multimedia interaktif; *Problem Based Learning*; berpikir komputasional; kemampuan analisis; Informatika; kuasi eksperimen.

Pendahuluan

Transformasi pembelajaran Informatika pada jenjang sekolah menengah tidak cukup diarahkan pada kemampuan mengingat istilah atau mengikuti prosedur digital. Salah satu tuntutan yang semakin penting adalah kemampuan siswa memahami masalah, merepresentasikan informasi, memilih strategi penyelesaian, serta menerapkan prosedur yang dapat dijelaskan secara logis. Dalam konteks tersebut, berpikir komputasional *computational thinking* (CT) dipandang sebagai kompetensi yang dapat membantu peserta didik memformulasikan masalah dan menyusun solusi melalui proses yang sistematis. Kajian

mutakhir menunjukkan bahwa CT semakin banyak diintegrasikan ke pendidikan K–12, tetapi implementasinya masih dipengaruhi oleh desain pembelajaran, kesiapan guru, kualitas asesmen, dan konteks mata pelajaran (Liu, 2024; Yeni, 2024).

Penelitian ini mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran Informatika kelas X pada konteks sekolah yang menjadi sumber rancangan penelitian. Data awal dalam proposal menunjukkan adanya kebutuhan penguatan kemampuan analisis dan penerapan berpikir komputasional serta kebutuhan media yang mampu memvisualisasikan konsep abstrak. Berdasarkan kebutuhan tersebut, "KomputaThink – Multimedia Interaktif Berpikir Komputasional" dikembangkan sebagai lingkungan belajar yang mengintegrasikan multimedia dengan sintaks Problem Based Learning. Struktur intervensi menempatkan masalah kontekstual sebagai pemicu, kemudian siswa mengakses informasi, melakukan investigasi, menyusun solusi, dan mengevaluasi hasil.

Penelitian ini mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran Informatika kelas X pada konteks sekolah yang menjadi sumber rancangan penelitian. Data awal dalam proposal menunjukkan adanya kebutuhan penguatan kemampuan analisis dan penerapan berpikir komputasional serta kebutuhan media yang mampu memvisualisasikan konsep abstrak. Berdasarkan kebutuhan tersebut, "KomputaThink – Multimedia Interaktif Berpikir Komputasional" dikembangkan sebagai lingkungan belajar yang mengintegrasikan multimedia dengan sintaks Problem Based Learning. Struktur intervensi menempatkan masalah kontekstual sebagai pemicu, kemudian siswa mengakses informasi, melakukan investigasi, menyusun solusi, dan mengevaluasi hasil.

Pemilihan PBL mempunyai dasar pedagogis yang relevan karena PBL menempatkan masalah sebagai pemicu proses belajar, bukan sekadar latihan setelah materi selesai. Meta-analisis (Wijnia, 2024) menunjukkan bahwa efek pembelajaran berbasis masalah/proyek/kasus terhadap motivasi tidak bersifat seragam dan dipengaruhi karakteristik implementasi. Pada konteks CT, (Zhang et al., 2024) menemukan efek positif project-based learning terhadap CT, tetapi temuan tersebut tidak dapat langsung disamakan dengan PBL. Perbedaan model, durasi, asesmen, dan karakteristik peserta didik membuat klaim "PBL selalu efektif" tidak tepat. Oleh karena itu, penelitian ini menguji konfigurasi spesifik multimedia interaktif + PBL dalam konteks pembelajaran Informatika.

Selain intervensi, persoalan pengukuran menjadi aspek penting. CT merupakan konstruk multidimensi sehingga skor total dapat menyembunyikan kelemahan pada komponen tertentu. (Forsström & Bond, 2024) menekankan keragaman alat dan pendekatan asesmen CT, sedangkan (Rohaeti & Huda, 2025) menunjukkan pentingnya pengembangan asesmen yang sesuai untuk siswa sekolah menengah. Atas dasar itu, penelitian ini memisahkan kemampuan analisis dari kemampuan penerapan CT. Kemampuan analisis dioperasionalkan melalui differentiating, organizing, dan attributing, sedangkan penerapan CT diarahkan pada dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma. *State of the art* penelitian menunjukkan bahwa multimedia interaktif dan PBL telah banyak dikaji secara terpisah maupun dalam kombinasi. Penelitian ini juga merangkum penelitian (Diana, 2024; Murniatiningtya, 2024; Putra, 2024; Sihotang & Simanjuntak, 2024), yang mengindikasikan kelayakan atau potensi multimedia/PBL dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan CT.

Penelitian ini tidak berhenti pada pertanyaan apakah produk dinilai layak oleh ahli atau disukai siswa, tetapi menguji apakah siswa yang menerima paket intervensi multimedia interaktif berbasis PBL mengalami perubahan kemampuan yang lebih besar dibandingkan siswa pada kelompok pembanding. Penggunaan pre-test juga penting karena desain kelas yang tidak dirandomisasi dapat menghasilkan perbedaan kemampuan awal. Oleh sebab itu, ANCOVA dan analisis perubahan dipertimbangkan agar interpretasi efek tidak hanya bergantung pada perbedaan post-test (Chen, 2024; Verawati, 2024).

Copyright © 2026 The Author(s)

Berdasarkan kerangka tersebut, tujuan penelitian adalah: (1) mengetahui perubahan kemampuan analisis siswa setelah pembelajaran menggunakan multimedia interaktif berbasis PBL; (2) mengetahui perubahan kemampuan penerapan CT siswa; dan (3) menguji apakah perubahan pada kelompok eksperimen lebih besar daripada kelompok kontrol setelah memperhitungkan kemampuan awal. Hipotesis substantif yang diuji adalah bahwa kelompok yang memperoleh multimedia interaktif berbasis PBL menunjukkan peningkatan kemampuan analisis dan penerapan CT yang lebih besar daripada kelompok pembanding.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode kuasi eksperimen. Desain yang digunakan adalah Nonequivalent Control Group Design. Desain ini dipilih karena peserta didik telah berada dalam kelas yang terbentuk secara administratif sehingga randomisasi individual tidak dilakukan. Kedua kelompok diberikan pre-test dan post-test. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran Informatika menggunakan multimedia interaktif "KomputaThink" berbasis PBL, sedangkan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran pembanding yang biasa digunakan guru.

Secara skematis, desain penelitian adalah O_1 X O_2 pada kelompok eksperimen dan O_3 – O_4 pada kelompok kontrol, dengan O sebagai pengukuran dan X sebagai perlakuan. Karena kelompok tidak diacak secara individual, perbedaan skor awal diperiksa sebelum interpretasi efek. Pendekatan analitik utama diarahkan pada ANCOVA dengan post-test sebagai outcome dan pre-test sebagai kovariat, sedangkan uji perubahan skor dan effect size digunakan sebagai analisis pendukung.

Penelitian dilaksanakan pada konteks SMA Negeri 12 Surabaya, Kelurahan Sememi, Kecamatan Benowo, Kota Surabaya, pada semester ganjil tahun pelajaran 2026/2027. Pelaksanaan penelitian mencakup persiapan instrumen, validasi instrumen, pre-test, pembelajaran, post-test, dan analisis data. Dalam penelitian ini, angka hasil kuantitatif tetap merupakan data sintetis yang digunakan untuk menguji konsistensi penyajian analisis.

Populasi dalam penelitian ini Adalah siswa kelas X pada mata pelajaran Informatika di SMA Negeri 12 Surabaya. Sampel penelitian berjumlah 60 siswa yang berasal dari dua kelas, masing-masing 30 siswa. Satu kelas ditetapkan sebagai kelompok eksperimen dan satu kelas sebagai kelompok kontrol. Penetapan kelompok mengikuti kondisi kelas yang tersedia dan bukan randomisasi individual.

Tabel 1. Komposisi partisipan

Kelompok	n	Perlakuan
Eksperimen	30	KomputaThink + PBL
Kontrol	30	Pembelajaran pembanding
Total	60	—

Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen utama terdiri atas tes kemampuan analisis dan tes penerapan berpikir komputasional. Total instrumen berjumlah 40 butir, yaitu 20 butir untuk kemampuan analisis dan 20 butir untuk penerapan berpikir komputasional. Setiap outcome terdiri atas 16 pilihan ganda dan 4 benar-salah. Kemampuan analisis mengacu pada differentiating, organizing, dan attributing, sedangkan penerapan CT mencakup dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma.

Validitas isi instrumen diperiksa melalui expert judgment menggunakan koefisien Aiken's V. Berdasarkan hasil sintetis yang digunakan dalam draf ini, nilai Aiken's V berada pada rentang 0,83–1,00 untuk kedua outcome sehingga seluruh indikator dinyatakan memenuhi kriteria validitas isi. Validitas empiris butir dianalisis menggunakan korelasi Pearson item-total, dengan rentang koefisien 0,46–0,78 pada tes analisis dan 0,44–0,81 pada tes penerapan CT. Reliabilitas internal menunjukkan Cronbach's Alpha sebesar 0,89 untuk tes analisis dan 0,91 untuk tes penerapan CT. Dengan demikian, versi instrumen yang digunakan dalam simulasi analisis terdiri atas 20 butir analisis dan 20 butir penerapan CT.

Tabel 2. Hasil validitas dan reliabilitas instrumen

Komponen	Hasil	Keputusan
Aiken's V – Analisis	0,83–1,00	Valid
Aiken's V – Penerapan CT	0,83–1,00	Valid
Pearson item-total – Analisis	0,46–0,78	Valid
Pearson item-total – Penerapan CT	0,44–0,81	Valid
Cronbach's Alpha – Analisis	0,89	Reliabel
Cronbach's Alpha – Penerapan CT	0,91	Reliabel

Validitas isi diperiksa melalui expert judgment dengan koefisien Aiken's V. Validitas empiris butir dianalisis melalui Pearson Product Moment dan reliabilitas internal melalui Cronbach's Alpha. Angket ahli materi, ahli media, ahli desain pembelajaran, dan respons siswa digunakan sebagai data pendukung pada fase penjaminan mutu produk, bukan sebagai outcome utama uji kausal. Pemisahan tersebut penting agar klaim efektivitas tidak hanya didasarkan pada persepsi.

Untuk menjaga kualitas inferensi, butir tes perlu diperiksa dari sisi kesesuaian indikator, tingkat kognitif, kejelasan stimulus, dan konteks masalah. Soal CT yang hanya meminta siswa memilih definisi dekomposisi, misalnya, belum cukup untuk menunjukkan kemampuan menerapkan dekomposisi pada masalah baru. Oleh karena itu, stimulus sebaiknya menuntut siswa mengidentifikasi komponen, mengelompokkan informasi, memilih pola, menyaring informasi relevan, menyusun langkah, atau mengevaluasi efisiensi algoritma.

Prosedur penelitian dilaksanakan melalui tahapan analisis kebutuhan, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi yang mengacu pada model ADDIE (Branch, 2009). Pada tahap analisis, kebutuhan pembelajaran, karakteristik siswa, materi CT, kondisi teknologi, dan kebutuhan guru diidentifikasi. Pada tahap desain, tujuan pembelajaran, alur PBL, skenario masalah, storyboard multimedia, latihan, kuis, umpan balik, dan instrumen asesmen disusun. Pada tahap pengembangan, produk KomputaThink dikembangkan dan diperiksa oleh ahli. Setelah revisi, produk digunakan dalam implementasi pembelajaran. Kedua kelompok mengerjakan pre-test, mengikuti pembelajaran sesuai perlakuan, kemudian mengerjakan post-test. Data selanjutnya dianalisis secara kuantitatif.

Pada tahap implementasi, kelompok eksperimen menggunakan KomputaThink sebagai bagian integral dari aktivitas PBL. Pembelajaran dimulai dengan orientasi masalah, dilanjutkan organisasi belajar, investigasi, penyusunan solusi, dan evaluasi/refleksi. Kelompok kontrol mengikuti pembelajaran pembanding dengan materi, tujuan, dan alokasi waktu yang setara. Penyamaan komponen tersebut dilakukan untuk menjaga agar perbedaan utama antar kelompok terletak pada penggunaan multimedia interaktif berbasis PBL.

Tahap pertama adalah analisis kebutuhan, yaitu mengidentifikasi permasalahan pembelajaran, karakteristik siswa, karakteristik materi CT, kondisi teknologi, dan kebutuhan guru. Tahap kedua adalah desain, yaitu menyusun tujuan pembelajaran, alur PBL, skenario

Copyright © 2026 The Author(s)

masalah, storyboard multimedia, latihan, kuis, umpan balik, dan instrumen asesmen. Tahap ketiga adalah pengembangan produk melalui model ADDIE. Tahap keempat adalah pemeriksaan dan uji coba awal. Produk divalidasi oleh ahli materi, media, dan desain pembelajaran kemudian direvisi. Uji coba perorangan dan kelompok kecil diarahkan untuk menemukan masalah navigasi, keterbacaan, instruksi, dan fungsi interaktif. Tahap kelima adalah eksperimen, yaitu pre-test pada kedua kelompok, implementasi pembelajaran, dan post-test. Pada kelompok eksperimen, multimedia menjadi bagian integral dari aktivitas PBL; pada kelompok kontrol, pembelajaran berlangsung menggunakan strategi/media pembanding (Branch, 2009).

Integrasi PBL dalam multimedia mengikuti orientasi masalah, pengorganisasian peserta didik, penyelidikan, penyusunan solusi, serta evaluasi. Multimedia tidak ditempatkan sebagai tujuan akhir, tetapi sebagai lingkungan belajar yang menyediakan stimulus, visualisasi, navigasi, latihan, dan umpan balik. Dengan demikian, interaktivitas diharapkan memiliki fungsi kognitif, bukan sekadar estetika.

Intervensi dalam penelitian ini dibangun atas asumsi bahwa kemampuan analisis dan penerapan berpikir komputasional berkembang melalui pengalaman memecahkan masalah yang terstruktur. Multimedia interaktif berfungsi sebagai lingkungan representasional yang memungkinkan siswa melihat, mencoba, memperoleh umpan balik, dan mengulangi proses. Sementara itu, Problem Based Learning berfungsi sebagai kerangka pedagogis yang mengatur urutan aktivitas kognitif siswa. Dengan demikian, kontribusi intervensi tidak diletakkan pada multimedia secara terpisah dari pedagogi, tetapi pada hubungan antara representasi digital dan aktivitas pemecahan masalah.

Kerangka tersebut dapat dijelaskan melalui hubungan tiga lapis. Lapis pertama adalah masalah autentik yang berperan sebagai pemicu. Lapis kedua adalah aktivitas kognitif berupa identifikasi informasi, dekomposisi, pencarian pola, abstraksi, penyusunan algoritma, dan evaluasi. Lapis ketiga adalah umpan balik dan refleksi yang membantu siswa memeriksa kembali keputusan yang telah dibuat. Jika salah satu lapis tidak berfungsi, intervensi berpotensi kehilangan mekanisme pembelajarannya. Multimedia yang kaya animasi tetapi tidak memberikan masalah yang menuntut keputusan, misalnya, belum tentu menghasilkan perkembangan CT.

Dari perspektif kemampuan analisis, stimulus masalah memberikan kesempatan untuk mengoperasionalkan differentiating, organizing, dan attributing. Differentiating muncul ketika siswa memilah informasi relevan dari informasi yang tidak relevan. Organizing muncul ketika siswa menyusun komponen masalah ke dalam struktur yang dapat ditangani. Attributing muncul ketika siswa menentukan perspektif, penyebab, fungsi, atau tujuan dari komponen yang dianalisis. Ketiga proses tersebut menjadi jembatan antara memahami masalah dan menerapkan solusi.

Pada sisi CT, dekomposisi bukan hanya membagi masalah menjadi bagian-bagian kecil, tetapi menentukan pembagian yang membuat masalah lebih mudah dikelola. Pengenalan pola bukan sekadar menemukan kesamaan visual, melainkan mengidentifikasi keteraturan yang dapat digunakan untuk memprediksi atau menyederhanakan penyelesaian. Abstraksi menuntut siswa mempertahankan informasi penting dan mengabaikan detail yang tidak berkontribusi terhadap solusi. Algoritma kemudian mengubah representasi tersebut menjadi langkah penyelesaian yang runtut dan dapat dievaluasi.

Konsekuensinya, instrumen penelitian perlu membedakan kemampuan mengenali konsep dari kemampuan menggunakan konsep. Siswa yang mampu menyebutkan definisi abstraksi belum tentu mampu melakukan abstraksi ketika menghadapi data yang kompleks. Demikian pula siswa yang dapat memilih definisi algoritma belum tentu mampu menyusun urutan langkah yang efektif.

Tabel 3. Operasionalisasi variabel penelitian

Variabel	Peran	Indikator utama	Instrumen
Multimedia interaktif berbasis PBL	Variabel perlakuan	Orientasi masalah; organisasi belajar; investigasi; penyusunan solusi; evaluasi; multimedia interaktif	KomputaThink + skenario pembelajaran
Kemampuan analisis	Outcome 1	Differentiating; Organizing; Attributing	Tes 20 butir
Penerapan berpikir komputasional	Outcome 2	Dekomposisi; pengenalan pola; abstraksi; algoritma	Tes 20 butir

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahap. Statistik deskriptif digunakan untuk menghitung rerata dan simpangan baku. Normalitas diperiksa menggunakan Shapiro–Wilk dan homogenitas varians menggunakan Levene. Perubahan skor dalam masing-masing kelompok dianalisis menggunakan paired-samples t-test, sedangkan perbedaan perubahan antar kelompok dianalisis menggunakan independent-samples t-test terhadap change score. Normalized gain digunakan sebagai indikator tambahan peningkatan relatif, sedangkan Cohen's d digunakan untuk menggambarkan besarnya perbedaan perubahan. Analisis utama menggunakan ANCOVA dengan post-test sebagai variabel dependen, kelompok sebagai faktor, dan pre-test sebagai kovariat. Interpretasi hasil tetap ditempatkan dalam batasan desain kuasi eksperimen karena ANCOVA tidak menghilangkan seluruh kemungkinan selection bias.

Analisis data dilakukan terhadap dataset yang sama untuk seluruh tabel hasil sehingga rerata, simpangan baku, gain, effect size, dan ANCOVA memiliki sumber data yang konsisten. Nilai p dilaporkan hingga tiga atau empat angka desimal sesuai kebutuhan, dengan $p<0,001$ digunakan ketika nilai lebih kecil dari batas tersebut.

Tabel 4. Rancangan kisi-kisi instrumen

Outcome	Indikator	Fokus pengukuran	Jumlah butir
Analisis	Differentiating	Membedakan informasi penting/tidak penting	7
Analisis	Organizing	Mengorganisasikan komponen dan hubungan	7
Analisis	Attributing	Menentukan fungsi, tujuan, atau atribut masalah	6
Penerapan CT	Dekomposisi	Memecah masalah menjadi submasalah	5
Penerapan CT	Pengenalan pola	Menemukan keteraturan/kesamaan	5
Penerapan CT	Abstraksi	Menyaring informasi esensial	5
Penerapan CT	Algoritma	Menyusun, memilih, dan mengevaluasi langkah solusi	5

Copyright © 2026 The Author(s)

Jumlah butir pada tabel merupakan rancangan pembagian untuk memperjelas struktur pengukuran. Pada naskah empiris, distribusi akhir harus mengikuti kisi-kisi instrumen yang benar-benar digunakan dan hasil validasi butir.

Tabel 5. Skenario implementasi pembelajaran

Tahap	Kelompok eksperimen	Kelompok kontrol
Pre-test	Tes awal	Tes awal
Orientasi masalah	Masalah kontekstual dalam KomputaThink	Guru menyajikan materi/masalah
Organisasi belajar	Siswa mengidentifikasi tugas dan informasi	Siswa mengikuti penjelasan dan latihan
Investigasi	Eksplorasi multimedia, diskusi, simulasi, pencarian pola	Mengerjakan latihan dengan media pembanding
Penyusunan solusi	Siswa menyusun solusi/algoritma	Menyelesaikan latihan
Evaluasi/refleksi	Uji solusi, umpan balik, refleksi	Pembahasan dan koreksi
Post-test	Tes akhir	Tes akhir

Rancangan tersebut dimaksudkan untuk menjaga fidelity perlakuan. Kesetaraan waktu belajar, materi pokok, tujuan pembelajaran, dan asesmen akhir perlu dijaga sedapat mungkin sehingga perbedaan utama terletak pada paket multimedia interaktif berbasis PBL. Jika durasi atau guru berbeda secara sistematis, efek perlakuan dapat bercampur dengan efek waktu atau pengajar.

Hasil

Karakteristik dan Kesetaraan Kemampuan Awal

Tabel 6. Statistik deskriptif skor pre-test

Outcome	Eksperimen Pre (Mean±SD)	Kontrol Pre (Mean±SD)
Analisis	54,48 ± 5,42	55,53 ± 4,78
Penerapan CT	52,41 ± 4,65	52,83 ± 3,28

Pada dataset sintetis, rerata kemampuan analisis awal kelompok eksperimen sebesar 54,48 dan kelompok kontrol 55,53. Untuk penerapan CT, rerata awal masing-masing 52,41 dan 52,83. Selisih rerata awal relatif kecil pada kedua outcome. Uji kesetaraan awal menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan analisis maupun penerapan CT sebelum perlakuan

Perubahan Kemampuan Analisis

Tabel 7. Perubahan kemampuan analisis

Kelompok	Pre-test Mean	Post-test Mean	Mean	N-Gain
Eksperimen	54,48	74,51	20,03	0,440
Kontrol	55,53	67,69	12,16	0,274

Kelompok eksperimen menunjukkan kenaikan rerata kemampuan analisis sebesar 20,03 poin, sedangkan kelompok kontrol meningkat sebesar 12,16 poin. Uji paired-samples t-test menunjukkan perubahan yang signifikan pada kedua kelompok. Perbandingan change score menghasilkan t(58)=6,04; p<0,001, dengan Cohen's d=1,56, yang menunjukkan perbedaan perubahan yang besar antara kedua kelompok.

Tabel 8. Uji perubahan berpasangan kemampuan analisis

Kelompok	t	p
Eksperimen	21,14	<0,001
Kontrol	13,62	<0,001

Perubahan Kemampuan Penerapan Berpikir Komputasional

Tabel 9. Perubahan penerapan berpikir komputasional

Kelompok	Pre-test Mean	Post-test Mean	Mean	N-Gain
Eksperimen	52,41	73,35	20,94	0,440
Kontrol	52,83	62,44	9,61	0,204

Pada outcome penerapan CT, rerata kelompok eksperimen meningkat dari 52,41 menjadi 73,35, sedangkan kelompok kontrol meningkat dari 52,83 menjadi 62,44. Selisih perubahan kedua kelompok sebesar 11,33 poin. Uji change score menghasilkan t(58)=8,85; p<0,001, dengan Cohen's d=2,28.

Tabel 10. Skor komponen CT

Kelompok	Dekomposisi	Pola	Abstraksi	Algoritma
Eksperimen	73.33	76.32	73.93	72.54
Kontrol	61.49	61.23	63.42	63.34

Tabel 9 memperlihatkan rerata komponen penerapan CT. Kelompok eksperimen memperoleh skor lebih tinggi daripada kelompok kontrol pada dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma. Penyajian komponen digunakan untuk memperlihatkan distribusi capaian CT, bukan sebagai outcome kausal yang terpisah.

Uji Asumsi dan Analisis Kovariat

Tabel 11. Uji normalitas Shapiro–Wilk

Variabel	Kelompok	W	p
Pre_Analisis	Eksperimen	0.988	0.761
Pre_Analisis	Kontrol	0.974	0.636
Post_Analisis	Eksperimen	0.940	0.089
Post_Analisis	Kontrol	0.985	0.945
Pre_CT	Eksperimen	0.973	0.617
Pre_CT	Kontrol	0.957	0.264
Post_CT	Eksperimen	0.971	0.574
Post_CT	Kontrol	0.984	0.916

Pemeriksaan Shapiro–Wilk menunjukkan bahwa skor post-test analisis dan CT pada kedua kelompok memiliki distribusi yang tidak menunjukkan penyimpangan signifikan pada taraf

Copyright © 2026 The Author(s)

5%. Uji Levene menunjukkan varians pre-test analisis dan CT perlu dibaca dengan hati-hati; khusus pre-test CT terdapat perbedaan varians yang signifikan. Oleh karena itu, interpretasi utama tetap menggunakan ANCOVA dan change score dengan mempertimbangkan keterbatasan desain kuasi eksperimen.

Tabel 12. Uji homogenitas Levene

Variabel	Levene	p
Pre_Analisis	1.766	0.189
Post_Analisis	0.829	0.366
Pre_CT	5.564	0.022
Post_CT	1.190	0.280

Pada data ini pemeriksaan Shapiro–Wilk dan Levene digunakan sebagai prosedur diagnostik. Karena ukuran sampel tiap kelompok 30, keputusan tidak sebaiknya hanya didasarkan pada p-value; distribusi skor, outlier, dan bentuk hubungan pre-test–post-test juga perlu diperiksa.

Tabel 13. Ringkasan ANCOVA

Outcome	Koefisien Kontrol vs Eksperimen	t	p	R^2
Analisis	-7.851	-5.945	<0,001	0.595
CT	-11.440	-9.044	<0,001	0.706

Hasil ANCOVA menunjukkan bahwa setelah skor pre-test dikendalikan, terdapat perbedaan adjusted post-test yang signifikan antara kelompok. Pada kemampuan analisis, koefisien kelompok kontrol terhadap eksperimen sebesar -7,85 ($p<0,001$; $R^2=0,595$). Pada penerapan CT, koefisien kelompok kontrol sebesar -11,44 ($p<0,001$; $R^2=0,706$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memiliki adjusted post-test yang lebih tinggi daripada kelompok kontrol.

Analisis Perubahan Individu dan N-Gain

Pada outcome analisis, rerata N-Gain kelompok eksperimen sebesar 0,440, sedangkan kelompok kontrol 0,274. Pada outcome penerapan CT, rerata N-Gain kelompok eksperimen sebesar 0,440 dan kelompok kontrol 0,204. N-Gain digunakan sebagai ukuran tambahan karena gain relatif dipengaruhi oleh skor awal; kesimpulan efektivitas tetap didasarkan pada kombinasi change score, effect size, dan ANCOVA.

Perbandingan N-Gain memperlihatkan selisih peningkatan sebesar 0,166 pada kemampuan analisis dan 0,236 pada penerapan CT. Pola ini konsisten dengan hasil change score dan ANCOVA yang menunjukkan keunggulan kelompok eksperimen.

Pada outcome CT, N-Gain rata-rata kelompok eksperimen adalah 0.434, sedangkan kelompok kontrol 0.216. Namun, N-Gain perlu diperlakukan sebagai ukuran tambahan, bukan satu-satunya dasar kesimpulan, karena skor gain dipengaruhi oleh skor awal dan dapat memiliki distribusi yang tidak simetris. ANCOVA dan effect size memberikan informasi komplementer mengenai perbedaan hasil.

Tabel 14. Perbandingan N-Gain data

Outcome	Mean N-Gain Eksperimen	Mean N-Gain Kontrol	Selisih
Analisis	0.440	0.274	0.166
Penerapan CT	0.440	0.204	0.236

Analisis Per Komponen Berpikir Komputasional

Pada seluruh komponen CT, kelompok eksperimen memiliki rerata lebih tinggi daripada kelompok kontrol. Perbedaan paling besar secara deskriptif tampak pada komponen algoritma dan dekomposisi. Temuan deskriptif tersebut memperlihatkan bahwa peningkatan CT tidak hanya terkonsentrasi pada satu komponen, tetapi muncul pada keempat aspek yang diukur.

Tabel 15. Rerata dan simpangan baku komponen CT

Kelompok	Dekomposisi Mean	Dekomposisi SD	Pola Mean	Pola SD	Abstraksi Mean	Abstraksi SD	Algoritma Mean	Algoritma SD
Eksperimen	73.33	13.00	76.32	11.94	73.93	11.24	72.54	9.63
Kontrol	61.49	11.56	61.23	12.26	63.42	10.38	63.34	11.53

Pada data ini kelompok eksperimen memiliki rerata lebih tinggi pada seluruh komponen CT. Pola tersebut memberi contoh bagaimana analisis subkomponen dapat memperlihatkan apakah efek intervensi tersebar merata atau terkonsentrasi pada keterampilan tertentu. Jika data aktual memperlihatkan, misalnya, peningkatan algoritma jauh lebih rendah daripada dekomposisi, pembahasan dapat diarahkan pada kesulitan transfer dari representasi masalah menuju penyusunan prosedur. Skor CT total dapat meningkat karena satu komponen meningkat tajam sementara komponen lain stagnan. Karena itu, pelaporan komponen menjadi lebih informatif terutama ketika tujuan intervensi secara eksplisit mencakup empat aspek CT

Analisis Efek dan Interpretasi Praktis

Cohen's d digunakan untuk melengkapi nilai p. Pada kemampuan analisis, Cohen's d sebesar 1,56 menunjukkan perbedaan perubahan yang besar. Pada penerapan CT, Cohen's d sebesar 2,28 juga menunjukkan perbedaan perubahan yang besar. Ukuran efek ini dibaca bersama ANCOVA dan karakteristik desain kuasi eksperimen, bukan sebagai bukti bahwa efek akan identik pada konteks sekolah lain.

Tabel 15. Ukuran efek perubahan data

Outcome	Eksperimen	Kontrol	Selisih	Cohen's
Analisis	20.26	10.92	9.34	1.60
CT	20.42	10.10	10.31	1.67

Cohen's d digunakan untuk melengkapi p-value. P-value menjawab apakah data memberikan bukti terhadap perbedaan menurut model statistik yang digunakan, sedangkan effect size memberi gambaran besarnya perbedaan relatif terhadap variasi skor. Dalam pelaporan empiris, keduanya sebaiknya disertai interval kepercayaan jika memungkinkan. Penggunaan istilah seperti "sangat efektif" tidak seharusnya ditentukan hanya dari besar effect

Copyright © 2026 The Author(s)

size; makna pendidikan juga bergantung pada kualitas implementasi, durasi, biaya, dan transfer kemampuan.

Hasil uji asumsi menunjukkan bahwa sebagian besar distribusi post-test memenuhi kriteria normalitas, sedangkan terdapat indikasi ketidakhomogenan varians pada pre-test CT. Kondisi tersebut menjadi pertimbangan dalam interpretasi hasil. Karena penelitian menggunakan kelompok yang telah terbentuk, hasil statistik diposisikan sebagai bukti perbedaan hasil dalam konteks desain kuasi eksperimen, bukan sebagai bukti kausal yang bebas dari selection bias.

Uji Sensitivitas dan Pertimbangan Asumsi

Hasil analisis menunjukkan bahwa kelompok eksperimen mengalami peningkatan lebih besar pada kemampuan analisis dan penerapan CT. Perbedaan tersebut terlihat pada gain, N-Gain, change score, effect size, dan hasil ANCOVA. Pola yang konsisten pada beberapa indikator analisis memperkuat interpretasi bahwa kelompok yang memperoleh KomputaThink berbasis PBL mencapai hasil akhir yang lebih tinggi setelah kemampuan awal dikendalikan.

Pembahasan

Pada kemampuan analisis, peningkatan kelompok eksperimen dari 54,48 menjadi 74,51 menunjukkan perubahan sebesar 20,03 poin. Perubahan tersebut lebih besar daripada kelompok kontrol yang meningkat 12,16 poin. Secara pedagogis, hasil ini konsisten dengan karakteristik PBL yang menempatkan masalah sebagai pemicu sehingga siswa perlu memilah informasi, mengorganisasikan komponen, dan menentukan atribut atau fungsi yang relevan sebelum menyusun solusi.

Pada penerapan CT, kelompok eksperimen meningkat 20,94 poin, sedangkan kelompok kontrol meningkat 9,61 poin. Peningkatan pada empat komponen CT menunjukkan bahwa intervensi memberi ruang untuk menghubungkan dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma. Temuan ini sejalan dengan kajian yang menekankan pentingnya dukungan pedagogis ketika CT diintegrasikan ke dalam pembelajaran K–12 (Liu, 2024) dan dengan penelitian pengembangan media berbasis Android untuk membangun CT pada siswa SMA (Murniatiningtyas et al., 2024).

Hasil penelitian juga dapat dibandingkan dengan penelitian terdahulu tentang multimedia interaktif berbasis PBL. (Diana et al., 2024) melaporkan bahwa multimedia interaktif berbasis Android dengan model PBL pada pelajaran Informatika memperoleh penilaian kelayakan tinggi dari ahli materi dan media. (Putra, 2024) juga menunjukkan bahwa multimedia interaktif berbasis PBL dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Sihotang dan Simanjuntak (2024) melaporkan pengembangan e-modul berbasis PBL yang ditujukan untuk meningkatkan computational thinking. Penelitian ini melanjutkan garis kajian tersebut dengan menempatkan multimedia + PBL sebagai intervensi dan menguji dua outcome kognitif secara kuasi eksperimen.

Hasil ini secara konseptual sejalan dengan kajian (Liu, 2024) yang menunjukkan bahwa integrasi CT di K–12 memerlukan dukungan pedagogis dan bukan sekadar penambahan teknologi. Temuan juga searah dengan meta-analisis (Zhang et al., 2024) mengenai kontribusi pembelajaran berbasis proyek terhadap CT. Namun, penelitian ini tidak boleh mengklaim bahwa PBL dan project-based learning identik. Perbedaan tujuan, struktur aktivitas, durasi, dan produk akhir perlu dipertahankan ketika membandingkan hasil penelitian.

Dari perspektif multimedia learning, keberadaan visual, animasi, teks, dan interaksi perlu dirancang agar mengurangi beban kognitif yang tidak relevan dan mengarahkan perhatian pada informasi penting. (Mayer, 2024) menekankan pentingnya prinsip desain multimedia agar pemrosesan informasi berlangsung secara bermakna. Dalam penelitian ini, prinsip tersebut

berarti visualisasi algoritma atau dekomposisi harus membantu siswa memahami struktur masalah, bukan sekadar memperindah tampilan. Dengan kata lain, kualitas multimedia perlu dinilai dari kontribusinya terhadap aktivitas kognitif.

Perbedaan antara kemampuan analisis dan penerapan CT juga penting secara teoretis. Seorang siswa dapat berhasil membedakan informasi penting dan mengorganisasikan masalah, tetapi belum tentu mampu menghasilkan algoritma yang efisien. Sebaliknya, siswa dapat mengikuti algoritma contoh tanpa memahami alasan pemilihannya. Karena itu, pemisahan kedua outcome merupakan kekuatan desain penelitian.

Interpretasi hasil perlu dibatasi pada dataset yang dianalisis dalam draf ini. Nilai effect size yang besar tidak boleh diterjemahkan sebagai jaminan bahwa efek yang sama akan muncul pada penelitian lapangan. Dalam penelitian aktual, variasi implementasi, kehadiran siswa, keterlibatan, kondisi kelas, dan karakteristik guru dapat memengaruhi besarnya efek.

Cohen's d yang tinggi tidak otomatis berarti intervensi akan menghasilkan efek sebesar itu di lapangan. Interpretasi hasil dibatasi pada dataset yang dianalisis dalam draf ini; data lapangan aktual dapat menunjukkan variasi implementasi, ketidakhadiran siswa, keterlibatan, dan kontaminasi perlakuan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, desain kuasi eksperimen melibatkan dua kelas sehingga generalisasi ke sekolah dan karakteristik siswa lain terbatas. Kedua, intervensi merupakan paket multimedia + PBL sehingga efek unik multimedia dan PBL tidak dapat dipisahkan. Ketiga, instrumen berbentuk pilihan ganda dan benar-salah dapat membatasi pengukuran proses penalaran CT yang kompleks. Keempat, versi draf ini menggunakan dataset sintetis sehingga seluruh temuan kuantitatif harus dipandang sebagai hasil simulasi analisis dan belum dapat digunakan sebagai klaim empiris publikasi.

Kontribusi penelitian terletak pada pengujian terstruktur terhadap paket multimedia interaktif berbasis PBL dengan dua outcome kognitif, yaitu kemampuan analisis dan penerapan CT. Kerangka ini memberikan dasar untuk menghubungkan desain multimedia, aktivitas problem solving, dan asesmen kemampuan berpikir komputasional. Dengan demikian, kontribusi penelitian ini tidak semata-mata terletak pada produk KomputaThink, tetapi pada upaya menguji produk tersebut dengan desain pembanding dan dua outcome kognitif yang berbeda. Pendekatan ini memberi dasar yang lebih kuat untuk menjawab apakah intervensi membantu siswa memahami struktur masalah dan menerapkan strategi komputasional.

Mekanisme pertama yang mungkin adalah peningkatan kualitas representasi masalah. PBL mengharuskan siswa berhadapan dengan masalah sebelum penyelesaian diberikan. Multimedia kemudian dapat menyediakan representasi visual atau simulasi yang membuat struktur masalah lebih mudah diamati. Kombinasi tersebut dapat mengurangi beban pencarian informasi yang tidak perlu dan mengarahkan perhatian pada hubungan antarkomponen.

Mekanisme kedua adalah kesempatan untuk melakukan iterasi. Dalam pembelajaran konvensional, siswa dapat menerima penjelasan lalu mengerjakan beberapa soal. Dalam multimedia interaktif, siswa berpotensi mencoba, memperoleh umpan balik, memperbaiki keputusan, dan mencoba kembali. Siklus ini relevan dengan CT karena solusi komputasional jarang selesai pada percobaan pertama; solusi perlu diuji dan diperbaiki.

Mekanisme ketiga adalah eksternalisasi proses berpikir. Visualisasi langkah algoritma atau struktur masalah dapat membuat proses yang sebelumnya hanya berlangsung secara mental menjadi lebih terlihat. Eksternalisasi ini dapat membantu siswa mengidentifikasi kesalahan pada urutan langkah, informasi yang hilang, atau bagian masalah yang belum terpecahkan.

Mekanisme keempat adalah keterhubungan antara aktivitas dan asesmen. Jika aktivitas pembelajaran menuntut siswa melakukan dekomposisi dan algoritma, sementara tes juga

Copyright © 2026 The Author(s)

meminta penerapan kedua keterampilan tersebut, terdapat keselarasan konstruktif. Sebaliknya, jika pembelajaran sangat interaktif tetapi tes hanya mengukur hafalan definisi, efek pembelajaran dapat salah terukur.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis pada dataset sintetis, multimedia interaktif "KomputaThink" yang diintegrasikan dengan Problem Based Learning menunjukkan pola peningkatan yang lebih besar dibandingkan pembelajaran pembanding pada kemampuan analisis dan penerapan berpikir komputasional. Kemampuan analisis kelompok eksperimen meningkat sebesar 20,03 poin, dari 54,48 menjadi 74,51, sedangkan kelompok kontrol meningkat sebesar 12,16 poin, dari 55,53 menjadi 67,69. Pada penerapan CT, kelompok eksperimen meningkat sebesar 20,94 poin, dari 52,41 menjadi 73,35, sedangkan kelompok kontrol meningkat sebesar 9,61 poin, dari 52,83 menjadi 62,44.

Perbandingan change score menghasilkan Cohen's d sebesar 1,56 pada kemampuan analisis dan 2,28 pada penerapan CT. ANCOVA juga menunjukkan perbedaan adjusted post-test yang signifikan setelah skor pre-test dikendalikan. Temuan tersebut menunjukkan pola yang mendukung penggunaan multimedia interaktif yang ditempatkan dalam alur PBL mulai dari orientasi masalah, investigasi, penyusunan solusi, hingga evaluasi. Namun, karena angka pada versi ini merupakan dataset sintetis, kesimpulan tersebut masih berstatus draf analisis dan harus diganti atau diverifikasi menggunakan data penelitian aktual sebelum naskah dipublikasikan.

Berdasarkan hasil analisis yang disajikan dalam artikel, multimedia interaktif "KomputaThink" yang diintegrasikan dengan model Problem Based Learning menunjukkan pola peningkatan yang lebih besar dibandingkan pembelajaran pembanding pada kemampuan analisis dan penerapan berpikir komputasional siswa kelas X. Pada dataset sintetis, kemampuan analisis kelompok eksperimen meningkat sebesar 20,26 poin, dari rerata 53,44 menjadi 73,71, sedangkan kelompok kontrol meningkat sebesar 10,92 poin, dari 55,72 menjadi 66,64. Pada kemampuan penerapan berpikir komputasional, kelompok eksperimen mengalami peningkatan sebesar 20,42 poin, dari 51,77 menjadi 72,18, sedangkan kelompok kontrol meningkat sebesar 10,10 poin, dari 52,41 menjadi 62,51.

Analisis change score menunjukkan perbedaan perubahan antara kelompok eksperimen dan kontrol dengan ukuran efek Cohen's d sebesar 1,60 pada kemampuan analisis dan 1,67 pada penerapan berpikir komputasional. Hasil ANCOVA pada dataset sintetis juga menunjukkan adanya perbedaan adjusted post-test setelah skor pre-test dikendalikan. Pola tersebut memberikan indikasi bahwa penggunaan multimedia interaktif yang tidak hanya berfungsi sebagai media penyaji materi, tetapi ditempatkan dalam alur PBL mulai dari orientasi masalah, investigasi, penyusunan solusi, hingga evaluasi dapat menyediakan lingkungan belajar yang mendukung aktivitas analisis dan penerapan proses berpikir komputasional.

References

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

Chen, M. (2024). The effect of problem-based learning on improving problem-solving, self-directed learning, and critical thinking ability for the pharmacy students: A randomized controlled trial and meta-analysis. *PLOS ONE*, *19*(12), e0314017. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0314017

Diana, L. M., Wulandari, A. Y. R., & Melliana, W. (2024). Pengembangan multimedia interaktif berbasis Android dengan model Problem Based Learning pada pelajaran Informatika.

DECODE: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi, *4*(3), 1011–1021. https://doi.org/10.51454/decode.v4i3.551

Forsström, S., & Bond, M. (2024). Computational Thinking Assessment in Primary and Secondary Education: A Meta-synthesis of Tools, Methods and Pedagogical Approaches. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, *6*(4). https://doi.org/10.21585/ijcses.v6i4.208

Liu, S. (2024). Bringing computational thinking into classrooms: A systematic review on supporting teachers in integrating computational thinking into K-12 classrooms. *International Journal of STEM Education*, *11*, 51. https://doi.org/10.1186/s40594-024-00510-6

Mayer, R. E. (2024). The past, present, and future of the cognitive theory of multimedia learning. *Educational Psychology Review*, *36*, Article 8. https://doi.org/10.1007/s10648-023-09842-1

Murniatiningtyas, D., Degeng, I. N. S., & Sitompul, N. C. (2024). Developing instructional media Android-based for building computational thinking skills for high school students: Pengembangan media pembelajaran berbasis Android untuk membangun keterampilan berpikir komputasional siswa SMA. *Pedagogia: Jurnal Pendidikan*, *13*(1), 159–188. https://doi.org/10.21070/pedagogia.v13i1.1610

Putra. (2024). *Design and Develop Interactive Multimedia Applying Problem-Based Learning to Enhance Problem-Solving Skills*.

Rohaeti, E., & Huda, N. (2025). Assessing computational thinking skills of science and mathematics upper-secondary school students. *European Journal of Science and Mathematics Education*, *13*(4), 289–303. https://doi.org/10.30935/scimath/17248

Sihotang, & Simanjuntak. (2024). *Pengembangan e-modul berbasis Problem Based Learning untuk meningkatkan kemampuan penerapan berpikir komputasional*.

Verawati, N. N. S. P. (2024). How Problem-Based Learning Enhances Critical Thinking? An Analysis of Contexts, Methods, and Findings from Previous Research. *International Journal of Essential Competencies in Education*, *3*(2). https://doi.org/10.36312/ijece.v3i2.2208

Wijnia, L. (2024). The Effects of Problem-Based, Project-Based, and Case-Based Learning on Students' Motivation: a Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, *36*, 29. https://doi.org/10.1007/s10648-024-09864-3

Yeni, S. (2024). Interdisciplinary Integration of Computational Thinking in K-12 Education: A Systematic Review. *Informatics in Education*, *23*(1), 223–278. https://doi.org/10.15388/infedu.2024.08

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*, 14513–14545. https://doi.org/10.1007/s10639-023-12392-2