

Pengaruh *Problem-Based Learning* Berbasis Koding dan Kreativitas Belajar Terhadap Kemampuan Berpikir Komputasional Siswa Sekolah Dasar

Ainin Meilia Romdhiani, Supianto, Septi Triyani

Universitas Sebelas Maret

supianto@staff.uns.ac.id

Article History

accepted 1/7/2026

approved 1/8/2026

published 31/8/2026

Abstract

Massive digital transformation demands mastery of computational thinking, yet elementary school students' abilities remain low. This study aimed to examine the effect of a coding-based problem-based learning (PBL) model on students' computational thinking ability, viewed through the lens of student creativity. Using a quasi-experimental method with a 2 × 3 factorial design, the research involved fifth-grade students in Cluster 29 Saradan, Madiun. Data were collected through performance tests and questionnaires and analyzed using two-way ANOVA. The results show that the coding-based PBL model increased student engagement to 79.75%. Coding-based PBL had a positive effect on improving computational thinking that was significantly greater than conventional instruction, and student creativity positively influenced computational thinking. Although the interaction effect was not significant, students with high creativity improved to a mean computational thinking score of 85.45, while students with low creativity had a mean of 61.50 after receiving the coding-based PBL treatment. Student creativity was optimal at the Originality stage, reaching 75.2%, while cognitive gains were more moderate at the Abstraction stage, reaching 80.0% in computational thinking.

Keywords: Computational Thinking, Learning Creativity, Problem-Based Learning, Coding.

Abstrak

Transformasi digital yang masif menuntut penguasaan berpikir komputasional, tetapi kemampuan siswa sekolah dasar masih rendah. Penelitian ini bertujuan menguji pengaruh model problem-based learning (PBL) berbasis koding terhadap kemampuan berpikir komputasional ditinjau dari kreativitas siswa. Menggunakan metode eksperimen semu dengan desain faktorial 2x3, penelitian ini melibatkan siswa kelas V di Gugus 29 Saradan, Madiun. Data dikumpulkan melalui tes unjuk kerja dan kuesioner. Data dianalisis menggunakan Anova Dua Jalur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model PBL berbasis koding meningkatkan keaktifan siswa mencapai 79,75%. PBL berbasis koding berpengaruh positif terhadap peningkatan berpikir komputasional yang signifikan lebih tinggi dibanding pembelajaran konvensional, dan tingkat kreativitas siswa berpengaruh positif terhadap berpikir komputasional. Efek interaksi meskipun tidak signifikan, tetapi siswa dengan tingkat kreativitas tinggi meningkat dengan mean berpikir komputasional 85.45 dan kreativitas rendah memiliki mean berpikir komputasional 61.50 setelah perlakuan PBL berbasis koding. Kreativitas siswa yang optimal di tahap *Originality* mencapai 75,2% menunjukkan peningkatan yang jauh lebih moderat secara kognitif dalam tahap abstraksi 80,0% dalam berpikir komputasional.

Kata kunci: Berpikir Komputasional, Kreativitas Belajar, Problem-Based Learning, Koding



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Era transformasi digital saat ini menuntut dunia pendidikan untuk membekali siswa dengan keterampilan dasar yang sesuai dengan perkembangan teknologi abad ke-21. Salah satu keterampilan penting yang menjadi perhatian global adalah kemampuan berpikir komputasional (*Computational Thinking*). Wing, (2006) menyatakan, kemampuan ini merupakan proses berpikir dalam memecahkan masalah guna menemukan solusi efektif yang dapat dieksekusi oleh agen pemroses informasi. Keterampilan tersebut melibatkan proses berpikir terstruktur yang dibangun secara bertahap, mulai dari dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, hingga penyusunan algoritma (Li et al., 2021). Bagi siswa sekolah dasar, penguasaan berpikir komputasional menjadi fondasi penting sebelum siswa diperkenalkan pada logika pemrograman dan kecerdasan artifisial (*artificial intelligence*) yang saat ini mulai diintegrasikan dalam kurikulum nasional. Pengenalan sejak dini ini bukan untuk mencetak siswa menjadi programmer, melainkan untuk melatih kemampuan bernalar logis dalam kehidupan sehari-hari. Siswa SD akan belajar memilah informasi penting saat menggunakan mesin pencari internet untuk tugas sekolah, atau memahami cara kerja sederhana pembelajaran berbasis kecerdasan artifisial dalam permasalahan kehidupan sehari-hari sebagai dasar logika teknologi.

Kebijakan pemerintah melalui Permendikdasmen No. 13 Tahun 2025 yang menetapkan mata pelajaran Koding dan Kecerdasan Artifisial (KKA) sebagai muatan baru di Sekolah Dasar mulai tahun ajaran 2025/2026 menjadi dasar sebagai guru harus mampu membiasakan siswa untuk berpikir secara ilmiah dan terstruktur dan terprogram dalam mengikuti perkembangan ilmu teknologi yang saat ini dekat dengan kehidupan siswa untuk dapat digunakan dan dikelola siswa (Kemendikdasmen, 2025). Konsep materi dalam mata pelajaran koding dan kecerdasan artifisial membantu membekali siswa melalui fenomena kehidupan sehari-hari untuk bisa dipecahkan (dekomposisi) dan merumuskan langkah-langkah logis (algoritma) (Israel-Fishelson & Hershkovitz, 2025). Namun dalam mata pelajaran KKA ini, siswa dituntut memiliki kesiapan kapasitas berpikir komputasional tingkat tinggi dari siswa itu sendiri, khususnya pada jenjang kelas V Sekolah Dasar yang berada pada masa transisi dalam penguatan perkembangan kognitif operasional konkret ke operasional formal.

Tantangan tersebut diperberat oleh rendahnya modal kreativitas Indonesia secara agregat. Global Creativity Index 2015 menempatkan Indonesia pada peringkat ke-115 dari 139 negara dengan skor indeks 0,202, dengan dimensi *talent* sebagai modal manusia kreatif menjadi titik lemah terbesar di peringkat ke-118 (Florida et al., 2015) (Florida et al., 2015). Kondisi ini menggambarkan bahwa modal kreativitas manusia Indonesia, yang pada akhirnya bersumber dari kualitas pendidikan sejak dini, masih jauh tertinggal. Data terbaru dari laporan *Global Innovation Index* (GII) 2025 yang dirilis oleh *World Intellectual Property Organization* (WIPO) menunjukkan bahwa Indonesia berada di peringkat ke-55 dengan peringkat ke-60 dalam input inovasi dan peringkat ke-59 dalam output inovasi dari 139 negara secara keseluruhan. Pada pilar *Creative Outputs* sebagai dimensi yang mengukur kapasitas kreatif nyata suatu bangsa, Indonesia hanya berada di peringkat ke-59 dengan skor 26,73, bahkan lebih rendah dari posisi keseluruhannya (WIPO, 2025). Dua data dari dua indeks yang berbeda secara konsisten menunjukkan bahwa dimensi kreativitas Indonesia di tingkat global masih rendah, sehingga diperlukan strategi pengembangan kreativitas belajar siswa secara sistematis sejak jenjang sekolah dasar.

Kemampuan komputasional merupakan keterampilan esensial yang menjadi fondasi bagi siswa untuk memahami konsep pemecahan masalah secara lebih mendalam melalui teknik dekomposisi dan pengenalan pola (Fagerlund et al., 2021). Berpikir komputasi membolehkan siswa membedah masalah dunia nyata dengan kreatifitas sendiri (Zhang et al., 2024). Namun, tantangan di lapangan menunjukkan

adanya kesenjangan signifikan antara pembelajaran yang diterapkan guru saat ini seringkali masih bersifat konvensional dan belum memberikan ruang bagi eksplorasi proses berpikir mandiri (Maharani et al., 2022). Ketika dihadapkan pada materi koding dasar dan logika Kecerdasan Artifisial, siswa sering kali mengalami hambatan kognitif. Siswa cenderung menghafal tahapan penyelesaian tanpa memahami pentingnya tahapan logikanya. Saat tahapan penyelesaian yang telah disusun mengalami galat (*error*) atau proses debugging, siswa mengalami jalan buntu logika dan frustrasi karena tidak mampu melihat jalur solusi alternatif. Kondisi ini menegaskan bahwa pembelajaran koding yang hanya menekankan pada prosedur teknis tanpa menginternalisasi proses berpikir komputasional akan kurang efektif dalam membangun keterampilan abstraksi dan algoritma yang kokoh.

Kemampuan komputasional yang belum berkembang optimal juga dapat dipengaruhi oleh beberapa aspek karakteristik personal siswa di dalam kelas, salah satunya adalah tingkat kreativitas siswa (Israel-fishelson, 2020). Kreativitas sering kali disalahpahami hanya berlaku pada bidang seni, padahal dalam dunia digital kreativitas bermutasi menjadi *computational creativity* (kreativitas komputasional) (Budiyanto et al., 2022). Kemampuan berpikir komputasional adalah kemampuan menghasilkan solusi baru yang berharga di bawah batasan instruksi pemrograman (HersHKovitz et al., 2019). Pada siswa kelas sekolah dasar, tingkat kreativitas sangat dibutuhkan dalam pembelajaran koding. Siswa dengan kreativitas tinggi memiliki kemampuan berpikir divergen yang baik, sehingga mampu melakukan dekomposisi masalah secara inovatif. Sebaliknya, siswa dengan tingkat kreativitas rendah cenderung kaku dan kesulitan melompati abstraksi koding yang rumit (Israel-Fishelson & HersHKovitz, 2025).

Transformasi pedagogis melalui model pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered learning*) menjadi kebutuhan yang mendesak. *Problem-Based Learning* (PBL) merupakan salah satu model yang paling relevan untuk menjembatani kebutuhan tersebut, karena orientasinya menempatkan masalah dunia nyata yang autentik sebagai titik awal aktivitas kognitif siswa. Penerapan pembelajaran PBL, siswa tidak lagi didikte oleh guru, melainkan secara aktif didorong untuk melakukan investigasi mandiri, mulai dari mengorientasikan diri pada masalah seperti koding, mengorganisasi strategi pemecahan, hingga mengevaluasi proses berpikir yang siswa gunakan (Ji & Wong, 2025). Pada pembelajaran koding, pendekatan berbasis masalah ini terbukti secara signifikan mampu meningkatkan kompetensi kognisi algoritmik dan keterampilan berpikir komputasional siswa secara struktural, karena siswa dilatih menerjemahkan masalah nyata ke dalam langkah-langkah logis yang terurut (Pratiwi & Akbar, 2022). Model ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk merancang solusi sesuai dengan cara berpikir pribadi mereka, sehingga membuat pembelajaran lebih bermakna dan mendukung perkembangan kreativitas komputasional (Aytakin & Topçu, 2024).

Interaksi kognitif pemecahan masalah dalam pembelajaran PBL dan koding akan berjalan sangat optimal dalam mempercepat kemampuan komputasional (CT) apabila didukung oleh modal kreativitas siswa yang tinggi (Ahmad et al., 2024). Siswa yang memiliki orisinalitas dan keluwesan berpikir tinggi akan memanfaatkan ruang eksplorasi di dalam PBL untuk melahirkan struktur algoritma koding dan logika Kecerdasan Artifisial yang bervariasi dan efisien (Israel-fishelson, 2020). Sedangkan bagi siswa yang memiliki tingkat kreativitas rendah, dampak model PBL terhadap kemampuan komputasionalnya mungkin tidak akan seakseleratif siswa berkekrativitas tinggi karena hambatan pada berpikir divergen (Günaltay & Balci, 2025).

Kesenjangan antara tuntutan kompetensi berpikir komputasional dengan kemampuan realitas siswa di lapangan menjadi tantangan utama saat ini. Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan guru kelas V di SDN Bandungan 01, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun, ditemukan bahwa implementasi materi Koding dan Kecerdasan Artifisial (KKA) masih berada pada tahap pengenalan awal, sehingga

hambatan kognitif lebih bersifat dasar dan prosedural. Siswa menunjukkan kecenderungan berpikir kaku (*rigidity*) dalam menghadapi setiap perintah yang diberikan, cenderung hanya mengikuti langkah-langkah secara mekanis tanpa mencoba memahami struktur masalah. Tahapan berpikir komputasional yang muncul di kelas masih sangat terbatas pada pengenalan pola (*pattern recognition*) sederhana, seperti mengulang urutan perintah yang sama atau mengikuti contoh yang diberikan guru. Siswa belum mampu secara utuh melakukan abstraksi, yaitu menyaring informasi relevan dari instruksi masalah yang kompleks, dan belum terbentuk kemampuan berpikir algoritma yang sistematis dalam merancang langkah-langkah urut secara logis. Ketika tugas koding yang diberikan tidak berjalan seperti contoh, siswa cenderung langsung menyerah atau mengalami jalan buntu karena tidak memiliki kebiasaan mencari alternatif cara lain, meskipun aktivitas masih berupa tugas sederhana dengan blok pemrograman yang belum sampai pada pembuatan program kompleks..

Kondisi tersebut diperparah oleh fakta bahwa proses pembelajaran di kelas masih didominasi oleh metode konvensional (ceramah) yang satu arah. Pembelajaran belum memberikan ruang eksplorasi mandiri bagi siswa untuk melatih berpikir divergen (*divergent thinking*) (Usher et al., 2025). Akibatnya, ketika dihadapkan pada logika pemrograman dan kecerdasan artifisial yang menuntut fleksibilitas tinggi, potensi variasi karakteristik personal siswa, khususnya Kreativitas Siswa, tidak terakomodasi dengan baik. Tingkat kreativitas memiliki keterkaitan erat dengan kemampuan siswa mengonstruksi pemahaman teknologi secara inovatif (Tarigan et al., 2025). Siswa dengan kreativitas yang matang cenderung lebih tangguh dan adaptif saat melakukan aktivitas koding karena mampu melahirkan gagasan-gagasan orisinal dalam menyusun alur algoritma. Sebaliknya, siswa dengan tingkat kreativitas yang rendah mengalami hambatan struktural yang signifikan dan cenderung kaku ketika harus memetakan masalah nyata ke dalam abstraksi pemrograman virtual (Israel-Fishelson & HersHKovitz, 2025).

Penelitian mengenai efektivitas *Problem-Based Learning* (PBL) terhadap kemampuan komputasional memang telah banyak dilakukan, namun penelitian eksperimen yang secara spesifik meninjau pengaruh interaksi tersebut dari sudut pandang tingkat kreativitas siswa sekolah dasar kelas V masih sangat terbatas. Model PBL dipilih karena karakteristiknya yang menghadapkan siswa pada masalah dunia nyata yang autentik, sehingga memberikan stimulus terbuka bagi berkembangnya kreativitas kognitif siswa dalam merancang solusi koding (Ji & Wong, 2025). Sintaks PBL yang sistematis mulai dari mengorientasikan siswa pada masalah logika Kecerdasan Artifisial hingga mengevaluasi proses pemecahan masalah, diharapkan dapat menjadi jembatan bagi siswa untuk mengasah pilar dekomposisi dan abstraksi koding secara luwes dan orisinal (Ahmad et al., 2024). Tingkat keberhasilan implementasi PBL berbasis koding bergantung tingkat kreativitas yang dimiliki masing-masing siswa (Qurin et al., 2024). Siswa berkreativitas tinggi diprediksi akan memanfaatkan ruang investigasi mandiri dalam PBL secara optimal untuk melahirkan struktur program yang bervariasi dan efisien (Israel-Fishelson et al., 2020). Sementara itu, bagi siswa berkreativitas rendah, akselerasi kemampuan komputasionalnya melalui PBL mungkin akan berjalan lebih lambat akibat keterbatasan dalam berpikir fleksibel (Günaltay et al., 2025).

Berdasarkan permasalahan yang ada, penting menemukan dasar untuk membuat strategi inovasi terbaru yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir komputasional dan interaksi kreativitas siswa dalam memenuhi target kurikulum 2025 maupun tuntutan sehari-hari secara empirik melalui "Pengaruh *Problem Based Learning* Berbasis Pembelajaran Koding Terhadap Kemampuan Komputasional Ditinjau Dari Kreativitas Belajar Siswa Kelas V Pada Materi Ajar Koding & Kecerdasan Artifisial".

METODE

Penelitian kuantitatif ini menerapkan metode eksperimen semu (quasi-experimental) dengan desain faktorial 2x3. Populasi penelitian mencakup seluruh siswa kelas V Sekolah Dasar di Gugus 29 Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun tahun ajaran 2025/2026. Pengambilan sampel dilakukan melalui teknik *cluster random sampling*. Berikut rincian sampel Gugus 29 Madiun dalam penelitian ini:

Tabel 1. Penentuan Sampel Penelitian

No.	Nama Sekolah	Siswa	Keterangan
1.	SDN Pajaran 03	10	Kelas Validitas Instrumen
2.	SDN Bandungan 02	16	Kelas Kontrol
3.	SDN Pajaran 02	19	Kelas Kontrol
4.	SDN Sugihwaras 08	13	Kelas Eksperimen
5.	SDN Bandungan 01	22	Kelas Eksperimen
Jumlah Siswa		80	

Sampel yang menetapkan SDN Bandungan 01 dan SDN Sugiwaran 08 sebagai kelas eksperimen menerapkan model *Problem-Based Learning* berbasis koding sebanyak 35 siswa. Kelas kontrol menetapkan SDN Bandungan 02 dan SDN Pajaran 02 sebagai kelas kontrol dengan pembelajaran konvensional sebanyak 35 siswa. Pemilihan kedua sekolah ini didasarkan pada karakteristik homogenitas awal yang setara berdasarkan hasil rata-rata nilai rapor, kesetaraan fasilitas LCD interaktif, serta kualifikasi guru kelas yang berada pada tingkat kompetensi linier yang sama.

Kemampuan berpikir komputasional dianalisis menggunakan empat pilar operasional utama didasarkan pada teori Wing (2006) dan kerangka kurikulum Kemendikdasmen (2025) yaitu:

1. *Decomposition* (dekomposisi): kemampuan memecahkan masalah kompleks atau data besar menjadi bagian-bagian kecil yang lebih mudah dikelola;
2. *Pattern recognition* (pengenalan pola): kemampuan menemukan kesamaan atau tren di antara masalah-masalah yang ada untuk memprediksi solusi;
3. *Abstraction* (abstraksi): kemampuan memfokuskan diri pada informasi penting saja dan mengabaikan detail yang tidak relevan; serta
4. *Algorithmic thinking* (berpikir algoritmik): kemampuan menyusun langkah-langkah logis terurut untuk menyelesaikan masalah secara otomatis.

Variabel kreativitas belajar bertindak sebagai variabel moderasi yang dikelompokkan menjadi kategori tinggi, sedang, dan rendah. Indikator kreativitas disesuaikan dengan ranah digital dan koding oleh Hershkovitz et al. (2019) dan Israel-Fishelson & Hershkovitz (2025), meliputi:

1. *Fluency* (kelancaran): kemampuan menghasilkan banyak ide/solusi alternatif dalam blok-blok pemrograman;
2. *Flexibility* (keluwesan): kemampuan beralih strategi atau menggunakan variasi instruksi koding yang berbeda saat menemui kendala;
3. *Originality* (keorisinalan): kemampuan melahirkan kombinasi perintah atau algoritma yang unik dan jarang digunakan oleh siswa lain; serta
4. *Elaboration* (penguraian): kemampuan mengembangkan, merinci, dan menyempurnakan alur logika pemrograman secara mendalam.

Pengumpulan data kreativitas belajar menggunakan instrumen tes unjuk kerja (*performance task*) berpikir kreatif yang mengadaptasi dimensi Torrance dan kuesioner pernyataan kreativitas. Sedangkan kemampuan berpikir komputasional diukur melalui instrumen tes uraian sebanyak 5 butir soal uraian *pretest* dan 5 butir soal uraian *posttest*. Validasi instrumen tes uraian tersebut dilakukan melalui uji validitas isi ahli (*expert judgment*) oleh 3 orang validator. Berikut kisi-kisi soal uraian kemampuan berpikir komputasional dengan tahap kreativitas:

Tabel 2. Kisi-kisi Soal Tes Uraian Kemampuan Berpikir Komputasional

No. Soal	Materi/ Stimulus	Indikator Kreativitas	Bentuk Respon yang Diharapkan	Tingkat OBE
1	Dekomposisi	<i>Fluency, flexibility, elaboration</i>	Siswa mampu membagi barang ke dalam dua kelompok secara logis, menyebutkan alternatif pembagian, dan memberi alasan yang jelas.	L2
2	Pengenalan pola	<i>Fluency, flexibility, originality</i>	Siswa mampu menemukan pola bilangan dan menjelaskan langkah menemukan jawaban.	L2
3	Abstraksi	<i>Flexibility, originality, elaboration</i>	Siswa mampu memilah informasi penting dan tidak penting serta menjelaskan alasannya.	L2
4	Algoritma	<i>Flexibility, originality, elaboration</i>	Siswa mampu menjelaskan pentingnya urutan langkah dan memberi alasan logis.	L3
5		<i>Fluency, flexibility, originality, elaboration</i>	Siswa mampu menghitung dengan langkah yang runtut, memilih strategi, dan menjelaskan secara rinci.	L3

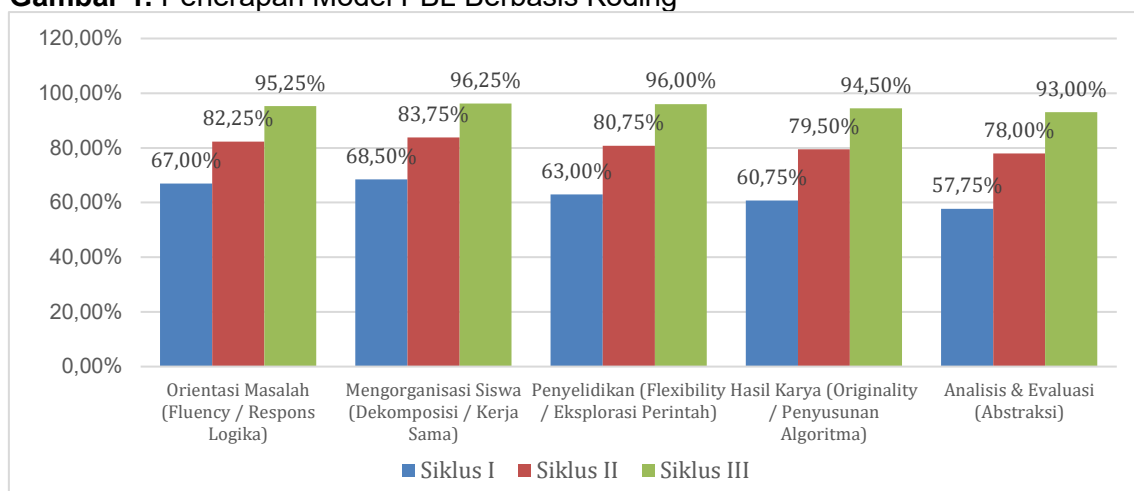
Seluruh instrumen dinyatakan valid secara kontruk melalui indeks Aiken's V dan reliabel melalui uji coba instrumen sebelum diujicobakan (Nabil et al., 2022) dan memenuhi valid maupun secara uji coba empirik di kelas uji coba. Teknik analisis data menggunakan Analisis Varians Dua Jalur (Anova 2x3) berbantuan IBM SPSS v.27 pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$, yang didahului oleh uji prasyarat analisis meliputi uji normalitas sebaran data dan uji homogenitas varians (*Levene's Test*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penerapan Model *Problem-Based Learning* (PBL) Berbasis Koding

Analisis aktivitas penerapan model *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis koding dilakukan selama tiga siklus pada kelas eksperimen. Keterlaksanaan model ini dinilai berdasarkan lima sintaks utama yang diintegrasikan dengan pilar berpikir komputasional (*computational thinking*) dan indikator kreativitas digital siswa. Data deskriptif keterlaksanaan model disajikan pada Grafik 1.

Gambar 1. Penerapan Model PBL Berbasis Koding



Berdasarkan hasil observasi proses pembelajaran pada kelas eksperimen yang disajikan pada data keterlaksanaan model, penerapan *Problem-Based Learning* (PBL)

berbasis koding menunjukkan tren peningkatan keaktifan kognitif dan psikomotorik siswa yang konsisten secara progresif dari siklus ke siklus. Pembahasan mengenai dinamika keterlaksanaan setiap fase PBL yang diintegrasikan dengan indikator berpikir komputasional dan kreativitas belajar dijabarkan sebagai berikut:

Fase Mengorganisasi Siswa mencatatkan pencapaian rata-rata tertinggi di antara seluruh fase, yaitu sebesar 82,83% (Sangat Baik), disusul erat oleh fase Orientasi Masalah sebesar 81,50% (Sangat Baik). Pada fase ini, guru memulai pembelajaran dengan menyajikan masalah otentik berupa *glitch* atau tantangan logika pada animasi blok koding melalui layar cerdas proyektor. Siswa secara aktif mengidentifikasi, bertanya, dan menanggapi permasalahan logika tersebut. Selanjutnya, guru mengorganisasikan siswa ke dalam kelompok heterogen dan membagikan lembar kerja proyek. Siswa secara kolaboratif mendiskusikan strategi, menentukan tujuan akhir program, dan membagi tugas secara berkelompok dalam menyusun logika instruksi. Tingginya persentase pada kedua fase awal ini membuktikan bahwa pengenalan tantangan koding berbasis masalah (*problem-based*) secara efektif menstimulasi dimensi *fluency* (kelancaran berpikir) siswa dalam merespons fenomena logika baru. Ketika dihadapkan pada skenario masalah, siswa secara spontan dan lancar mengidentifikasi kebutuhan program. Keberhasilan ini ditopang kuat oleh aktivitas kolaboratif pada saat mengorganisasi kelompok, di mana siswa menunjukkan kemampuan dekomposisi (*decomposition*) yang sangat matang. Siswa terampil memecah masalah pemrograman yang kompleks menjadi sub-tugas yang lebih kecil, lalu mendistribusikan peran penyusunan logika koding di antara anggota kelompok secara sistematis. Keberhasilan kerja kelompok sesuai Teori Konstruktivisme Sosial dari Lev Vygotsky mengenai *Zone of Proximal Development* (ZPD) bahwa, melalui diskusi kelompok akan terjadi proses *peer scaffolding* antarsejawat yang meringankan beban kognitif siswa dalam memahami struktur logika koding yang baru dijumpai (Zulyadaini & Kasiono, 2025).

Fase Penyelidikan memperoleh rata-rata sebesar 79,92% (Baik), sedangkan fase Hasil Karya mencapai 78,25% (Baik). Pada kedua tahapan ini, terjadi lonjakan keaktifan yang sangat tajam dari Siklus I (kisaran 60%) menuju Siklus III (mencapai lebih dari 94%). Pada fase ini, guru bertindak sebagai fasilitator yang berkeliling memantau jalannya diskusi tanpa memberikan jawaban langsung, melainkan memberikan pertanyaan pemantik (*prompting questions*) (Amalina & Vidákovich, 2023). Di sisi lain, siswa melakukan penyelidikan mandiri dengan mengeksplorasi dan melakukan eksperimen (*trial and error*) terhadap berbagai blok perintah koding visual pada perangkat siswa untuk menemukan solusi (Smith, 2025). Setelah menemukan formula yang tepat, siswa secara berkelompok mulai menyusun dan merangkai skrip algoritma utuh menjadi sebuah produk karya digital animasi sederhana seperti blok-blok perintah robot pengiriman buku sekolah, perintah robot pembuat minuman the manis. Rendahnya capaian pada Siklus I mengonfirmasi bahwa aktivitas mengeksplorasi blok-blok perintah merupakan hal yang sepenuhnya baru bagi siswa kelas V Sekolah Dasar Gugus 29 Madiun. Siswa membutuhkan waktu adaptasi kognitif untuk memahami bagaimana instruksi digital bekerja. Namun, memasuki Siklus II dan III, kemampuan *flexibility* (keluwesan) siswa berkembang pesat. Ketika alur logika program yang siswa susun tidak berjalan sesuai rencana, siswa tidak lagi menyerah melainkan secara luwes mengeksplorasi variasi blok perintah lain untuk menemukan solusi alternatif. Fleksibilitas kognitif ini linier dengan penguatan aspek *originality* (keorisinalan) dalam menghasilkan karya. Hal ini terlihat saat siswa menyusun skrip algoritma (*algorithmic thinking*) secara mandiri. Siswa mulai berani mengombinasikan perintah koding visual yang unik dan variatif, bukan sekadar meniru mentah-mentah contoh instruksi yang diberikan oleh guru. Kemajuan siswa secara signifikan ini merupakan bagian dari proses konstruksi pengetahuan anak akan terjadi secara paling efektif apabila siswa dilibatkan langsung secara aktif dalam membangun dan menciptakan sebuah produk nyata yang bermakna

(seperti kode program visual) (S. C. Kong, 2022). Umpan balik visual instan dari koding membantu siswa membangun pemahaman konseptual yang lebih solid.

Fase Analisis dan Evaluasi mencatatkan rata-rata terendah dibandingkan fase lainnya, yakni sebesar 76,25% (Baik). Meskipun berada pada posisi terbawah secara relatif, fase ini mencatatkan lompatan pertumbuhan paling masif, dari yang semula hanya 57,75% pada Siklus I melonjak hingga 93,00% pada Siklus III. Pada fase akhir ini, guru meminta perwakilan kelompok untuk mempresentasikan hasil karya koding mereka di depan kelas. Guru membimbing kelas untuk menguji fungsionalitas program tersebut bersama-sama. Siswa dari kelompok lain bertugas memberikan tanggapan, masukan, atau mendeteksi kesalahan jika ada. Setelah itu, siswa di dalam kelompoknya melakukan aktivitas *debugging* dengan memeriksa ketepatan instruksi kalimat terkait baris algoritma kembali dan merefleksikan seluruh strategi pemecahan masalah yang telah siswa lalui. Rendahnya nilai akumulatif pada fase ini memberikan indikasi teoretis yang kuat bahwa aktivitas mengevaluasi ketepatan algoritma (*debugging*) dan melakukan refleksi merupakan tahapan kognitif tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*) yang paling menantang bagi anak usia sekolah dasar. Proses ini menuntut kemampuan abstraksi (*abstraction*) yang tinggi, di mana siswa diharuskan memfokuskan perhatian pada kesalahan logika yang esensial dalam kode dan mengabaikan detail visual yang tidak relevan. Aktivitas *debugging* ini memberikan beban kognitif internal (*intrinsic cognitive load*) yang sangat berat bagi memori kerja anak. (Buwono et al., 2025). Namun, progresi nilai yang melonjak hingga 93,00% pada akhir siklus membuktikan bahwa pembiasaan model PBL berbasis koding berhasil melatih ketekunan siswa dalam memecahkan masalah (iterative problem-solving) secara bertahap, menggeser beban kognitif tersebut menjadi pembentukan skema berpikir yang adaptif (Ji & Wong, 2025).

Hasil rata-rata keseluruhan keterlaksanaan model mencapai 79,75% dengan predikat Baik, di mana keaktifan memuncak pada Siklus III sebesar 95,00%. Temuan ini menegaskan bahwa sintaks PBL tidak hanya sekadar terlaksana secara prosedural, melainkan berhasil menjadi wadah (*enabler*) kognitif yang ideal dalam mengintegrasikan pembelajaran koding. Inovasi PBL berbasis koding ini merupakan kombinasi proses internalisasi empat pilar berpikir komputasional (dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan berpikir algoritmik) serta penumbuhan empat dimensi kreativitas digital (*fluency, flexibility, originality, dan elaboration*) dapat berjalan beriringan secara natural dan berkelanjutan dalam ekosistem pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered learning*).

2. Profil Hasil Kemampuan Berpikir Komputasional Siswa Kelas V Gugus 29 Madiun

Berdasarkan hasil tes uraian kemampuan berpikir komputasional siswa kelas eksperimen dengan model PBL berbasis koding dan kontrol dalam mengikuti pembelajaran KKA diperoleh nilai rata-rata pretes 54,43 dan *posttest* 60,57, sedangkan kelas eksperimen dengan model PBL berbasis koding memiliki nilai *pretest* 54,71 dan *posttest* 73,0. Berikut ini rincian pencapaian setiap pilar-pilar kemampuan berpikir komputasional dari *pretes* dan *posttest* dari kedua kelas:

Tabel 3. Kemampuan Berpikir Komputasional Berdasarkan Indikator

Kelompok		Dekomposisi	Pengenal	Abstraks	Algoritma	Kategori
		i	n Pola	i		
Kontrol	Pre	72.4	58.1	46.3	33.2	Rendah
	Post	79.1	67.6	53.2	45.7	Sedang
Eksperi men	Pre	88.58	81.92	57.86	36.00	Sedang
	Post	93.48	88.62	80.00	61.43	Tinggi

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa intervensi *model Problem Based Learning* (PBL) berbasis koding secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir komputasional siswa kelas V dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Peningkatan paling substansial pada kelas eksperimen terjadi pada pilar abstraksi mengalami peningkatan dari 57,86% menjadi 80,00%) dan pilar algoritma (naik dari 36,00% menjadi 61,43%), yang pada akhirnya menempatkan kelas eksperimen pada kategori tinggi dengan rata-rata 80,88%. Meskipun penyusunan algoritma masih menjadi hambatan kognitif terbesar di kedua kelas, penerapan integrasi koding dalam PBL terbukti jauh lebih efektif dalam mengakselerasi pemahaman siswa untuk menstrukturkan langkah-langkah penyelesaian masalah secara logis dan sistematis.

Kemampuan berpikir komputasional pada kelas eksperimen dimotivasi dengan adanya tahapan karakteristik model PBL berbasis koding yang secara aktif memfasilitasi siswa dalam proses pemecahan masalah. Pendekatan pembelajaran yang berpusat pada siswa dan memberikan otonomi untuk mengeksplorasi suatu proyek sangat mendukung pengembangan strategi kognitif utama, seperti abstraksi, dekomposisi, pengenalan pola, dan pemikiran algoritmik. Melalui aktivitas koding, siswa dituntut untuk menganalisis dan menyusun struktur masalah ke dalam urutan solusi yang logis, di mana kemampuan ini secara langsung memperkuat kompetensi penyelesaian masalah (Tarigan et al., 2025).

Peningkatan yang signifikan pada pilar-pilar komputasional juga menunjukkan adanya perkembangan aspek berpikir kreatif selama proses pemecahan masalah berlangsung. Saat siswa dilatih untuk memahami persoalan secara bertahap dan menyusun solusi algoritmik, mereka secara bersamaan sedang mengembangkan keluwesan (*flexibility*) berpikir yang memungkinkan mereka menemukan berbagai alternatif solusi inovatif untuk masalah yang kompleks (Triyani et al., 2024). Pemahaman yang komprehensif terhadap suatu masalah merupakan fondasi penting yang membantu siswa menemukan ide-ide pelengkap untuk menghasilkan solusi akhir yang tepat (Wisdayana et al., 2025).

Peningkatan kemampuan berpikir komputasional pada kelas eksperimen terjadi karena penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis koding memberikan kesempatan kepada siswa untuk memecahkan masalah secara sistematis melalui aktivitas berpikir algoritmik, analisis masalah, dan penyusunan langkah-langkah penyelesaian berbasis logika. Analisis masalah dilakukan ketika siswa membedah sebuah proyek besar menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan mudah dikelola (dekomposisi). Selanjutnya, siswa menerapkan berpikir algoritmik dengan merancang urutan instruksi yang tepat. Sebagai contoh, ketika siswa kelas V diberi tugas memprogram karakter animasi untuk keluar dari labirin, mereka tidak bisa langsung menebak jalan keluarnya. Mereka harus menganalisis posisi awal dan letak rintangan, kemudian menyusun perintah langkah demi langkah, seperti perintah “maju tiga langkah”, “jika menyentuh dinding, maka belok kanan 90 derajat”, hingga karakter mencapai tujuan akhir secara presisi. Aktivitas terstruktur ini mendorong siswa lebih aktif dalam pembelajaran sehingga kemampuan berpikir komputasional berkembang lebih optimal dibandingkan pembelajaran konvensional.

Peningkatan tersebut juga didukung oleh proses adaptasi kognitif ketika siswa dihadapkan pada masalah nyata berupa bug atau kegagalan berjalannya program (*error*). Masalah ini menuntut siswa untuk memecahkan persoalan secara bertahap melakukan *debugging* guna menemukan di mana letak kesalahan instruksi yang siswa buat. Solusi logis dan matematis tercapai ketika siswa mulai mengoreksi urutan blok kode, menggunakan konsep perhitungan jarak, sudut, atau pengulangan (*looping*), sehingga program dapat berjalan tanpa kesalahan. Pada aktivitas *computational thinking* ini, guru berperan sebagai fasilitator yang menyajikan permasalahan terbuka (*ill-structured problem*), memberikan pertanyaan perancah (*scaffolding*) saat siswa

mengalami kebuntuan, serta memvalidasi alur berpikir siswa (Buwono et al., 2025). Sementara itu, siswa berperan sebagai subjek aktif yang melakukan dekomposisi masalah, mengenali pola kesalahan, mengabaikan informasi yang tidak relevan (abstraksi), dan memformulasikan ulang algoritma hingga solusi akhir yang tepat berhasil diciptakan.

Sintaks dalam PBL terbukti mampu mengakomodasi tahapan penting dalam proses berpikir kreatif dan komputasional. Aktivitas analisis masalah hingga penyusunan langkah berbasis logika sejalan dengan tahapan kognitif yang meliputi pencarian fakta, identifikasi masalah, penemuan ide, hingga penentuan solusi (Purnamasari et al., 2019). Sehingga dalam penerapan PBL berbasis coding tidak hanya melatih siswa untuk berpikir layaknya seorang ilmuwan komputer (*computational thinking*), tetapi juga mendorong keterlibatan kognitif yang menghasilkan pola pikir adaptif, mandiri, dan inovatif dalam memandang sebuah persoalan.

Berdasarkan penerapan model PBL berbasis coding pada kelas V Gugus 29 Madiun ini dapat diidentifikasi bahwa, keunggulan PBL berbasis coding terletak pada kemampuannya mentransformasi cara berpikir siswa dari sekadar penerima informasi menjadi pemecah masalah yang tangguh. Melalui sinergi antara fasilitasi guru dan eksplorasi mandiri siswa, keempat pilar *computational thinking* yakni dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma yang tidak hanya dipelajari secara teoretis, melainkan dioperasionalkan secara nyata untuk mengatasi hambatan kognitif. Pengalaman langsung merumuskan masalah kompleks menjadi serangkaian solusi logis dan matematis inilah yang pada akhirnya mengakselerasi pembentukan pola pikir komputasional siswa secara jauh lebih efektif dan mendalam dibandingkan dengan metode konvensional.

3. Profil Data Kreativitas Siswa Kelas V SD Gugus 29 Madiun

Pengukuran kreativitas awal merupakan fondasi penting untuk memetakan kesiapan kognitif siswa sebelum menerima intervensi pembelajaran. Profil kreativitas siswa diukur melalui kuesioner dan tes unjuk kerja (*pretest*) pada materi berpikir komputasional di kelas eksperimen (PBL berbasis coding) dan kelas kontrol (konvensional). Data distribusi kategori kreativitas awal disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 4. Deskripsi Kategori Awal Kreativitas Siswa

Kreativitas Siswa	Konvensional		PBL Berbasis Coding	
	F	%	F	%
Rendah	10	28,6	10	28,6
Sedang	17	48,6	14	40,0
Tinggi	8	22,9	11	31,4
Total	35	100,0	35	100,0

Hasil analisis deskriptif pada Tabel 1 menunjukkan, divergensi karakteristik kesiapan eksplorasi ide. Siswa pada kelas konvensional didominasi oleh kategori sedang 48,6% siswa, mengindikasikan kemampuan kreatif yang stabil secara normatif namun terbatas dalam eksplorasi gagasan luas. Pada kelas eksperimen model PBL berbasis coding memiliki keunggulan pada kategori kreativitas tinggi 31,4% berbanding sebelumnya hanya 22,9% siswa. Proporsi ini menegaskan bahwa kelas eksperimen memiliki potensi awal yang lebih adaptif untuk dapat berpikir secara eksplorasi divergen (menyebar) guna menghasilkan solusi coding yang orisinal.

Selain tinjauan secara umum, pemetaan kreativitas siswa juga dianalisis secara kognitif dari hasil unjuk kerja tes uraian melalui empat indikator utama sebagai berikut:

Tabel 5. Persepsi Kuesioner Kreativitas Siswa Berdasarkan Indikator

Persepsi	Fluency	Flexibility	Originality	Elaboration
----------	---------	-------------	-------------	-------------

Kreativitas siswa				
Kontrol	69.05	68.5	63.67	58.51
Eksperimen	75.4	70.7	68.37	60.84

Berdasarkan tinjauan dari persepsi kuesioner pada Tabel 5, kelas eksperimen unggul tipis di seluruh indikator dibandingkan kelas kontrol. Indikator *Fluency* (kelancaran) mencatat skor persepsi tertinggi di kedua kelas Eksperimen senilai 75,4 sedangkan kelas Kontrol senilai 69,05. Sementara pada indikator *Elaboration* (pemerincian) kedua kelompok kelas masih dalam kategori rendah dengan nilai rata-rata Eksperimen 60,84 dan Kontrol 58,51. Hal ini menunjukkan bahwa secara persepsi mandiri, siswa merasa cukup tangkas dalam melahirkan ide awal pemecahan masalah, namun masih memiliki keraguan saat harus merincikan ide tersebut ke dalam langkah-langkah yang lebih operasional.

Berdasarkan hasil unjuk kerja *pretest* siswa dalam mengerjakan materi koding juga dapat di analisis secara kognitif tingkat kreativitas siswa sebagai berikut:

Tabel 6. Tingkat Kognitif Kreativitas Siswa Berdasarkan Indikator

	Mean	Fluency	Flexibility	Originality	Elaboration
Kontrol	64.0	82.9	73.3	62.9	37.1
Eksperimen	75.2	87.6	83.8	75.2	54.3

Pada aspek kognitif tersebut Tabel 6, tingkat kreativitas siswa kelas eksperimen memperoleh rata-rata (mean) sebesar 75,2, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang bernilai 64,0. Pada indikator *Fluency* kembali mendominasi dengan skor tertinggi di kedua kelas (Eksperimen: 87,6; Kontrol: 82,9). Sebaliknya, kemampuan siswa dalam melakukan *Elaboration* masih menjadi tantangan terbesar dengan skor terendah, khususnya pada kelas kontrol yang hanya mencapai 37,1 dan kelas eksperimen sebesar 54,3. Variasi skor yang cukup lebar ini merupakan hal yang wajar dalam karakteristik awal pembelajaran logika pemrograman. Kreativitas dalam memecahkan masalah koding bukan sekadar soal pemahaman teknis, melainkan melibatkan ketahanan siswa dalam melakukan *trial-and-error* saat merinci (*elaboration*) langkah-langkah logis komputer.

Profil awal ini menunjukkan bahwa siswa di kelas PBL berbasis koding memiliki modal kognitif yang lebih matang untuk beradaptasi dengan kompleksitas alur logika pemrograman. Kreativitas siswa yakni kemampuan menghasilkan ide dan berpikir fleksibel merupakan motor penggerak utama hasil belajar kognitif dan psikomotorik (Ahmad et al., 2024). Pembelajaran PBL berbasis koding, siswa dengan kreativitas tinggi dituntut tidak sekadar menghafal sintaks, melainkan mengabstraksikan masalah menjadi solusi logis. Ketika menghadapi masalah autentik berupa error (kegagalan program), siswa yang kreatif secara aktif menerapkan pemikiran divergen (menyebarkan) untuk mencoba berbagai modifikasi (*trial-and-error*) (Israel-Fishelson & HersHKovitz, 2025). Siswa tidak hanya menyusun kode agar berfungsi, tetapi juga mendesainnya secara lebih efisien, personal, dan estetis. Pemahaman sebab-akibat yang mendalam dari proses ini akan memperkuat memori jangka panjang dan meningkatkan keterampilan penyelesaian masalah matematis.

Kemampuan *Elaboration* siswa yang masih rendah menuntut adanya peran guru yang lebih aktif dalam ekosistem pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered*). Guru yang efektif tidak langsung memberikan jawaban akhir saat siswa kesulitan, melainkan memberikan pendampingan (*scaffolding*) intensif terutama bagi siswa dengan kreativitas rendah (HersHKovitz et al., 2019). Guru membimbing siswa untuk membedah instruksi kompleks menjadi bagian-bagian yang mudah dikelola

(dekomposisi) agar siswa dapat merangkai langkah sistematis dan inovatif demi menghasilkan produk digital yang fungsional (Israel-fishelson, 2020).

Keunggulan kelas eksperimen membuktikan bahwa integrasi aktivitas koding ke dalam sintaksis PBL memberikan stimulus konkret dalam melatih nalar komputasional siswa. Siswa tidak sekadar memikirkan solusi di atas kertas, tetapi dipaksa merealisasikannya melalui berpikir algoritmik. Hal ini sejalan dengan temuan Novak et al. (2024) dan Kumala (2024) yang menegaskan bahwa kemampuan berpikir komputasional tingkat tinggi dapat diakselerasi secara optimal jika siswa dapat secara kreatif terlibat langsung dalam memberikan beberapa ide-ide untuk memberikan solusi-solusi penyelesaian koding berbasis masalah kehidupan sehari-hari.

4. Pengaruh PBL Berbasis koding terhadap Data Berpikir Komputasional ditinjau dari Kreativitas Siswa

Berikut ini rekapitulasi data yang menyajikan kemampuan berpikir komputasional siswa yang diklasifikasikan berdasarkan tingkat kreativitasnya. Analisis ini bertujuan untuk mengeksplorasi apakah terdapat perbedaan pola perkembangan kemampuan berpikir komputasional pada siswa yang memiliki tingkat kreativitas rendah, sedang, dan tinggi, baik pada kelas yang menggunakan model pembelajaran konvensional maupun kelas yang menerapkan model *Problem Based Learning* (PBL) berbasis koding.

Tabel 7. Data *Posttest* Kemampuan Berpikir Komputasional ditinjau dari Kreativitas Siswa

Berpikir Kompu- tasional	Konvensional				PBL Berbasis Koding			
	Kreativitas Siswa				Level Kreativitas Siswa			
	Rendah	Sedang	Tinggi	Total	Rendah	Sedang	Tinggi	Total
Rendah	9	1	0	10	2	1	0	3
Sedang	2	17	3	22	7	12	5	24
Tinggi	0	0	3	3	0	3	5	8
Total	11	18	6	35	9	16	10	35

Data tabel 7. tersebut menunjukkan bahwa penerapan model PBL Berbasis Koding memberikan hasil yang lebih unggul dibandingkan model Konvensional dalam meningkatkan kemampuan berpikir komputasional siswa, terbukti dari pergeseran distribusi siswa yang lebih signifikan ke arah level kemampuan yang lebih tinggi. Pada kelompok PBL, terlihat adanya reduksi jumlah siswa pada level kemampuan berpikir komputasional “Rendah” secara drastis (dari 10 menjadi 3 siswa) serta peningkatan jumlah siswa yang mencapai level “Tinggi” (dari 3 menjadi 8 siswa), terlepas dari tingkat kreativitas awal siswa. Secara keseluruhan, model pembelajaran ini tampaknya lebih efektif dalam memfasilitasi perkembangan berpikir komputasional, khususnya bagi siswa dengan tingkat kreativitas sedang dan tinggi, dibandingkan dengan pendekatan konvensional yang cenderung lebih statis dalam mendistribusikan kemampuan siswa.

Pada penelitian ini dilakukan analisa untuk melakukan analisa hipotesis yang dilakukan dengan desain factorial 2x3 dari analisis ANOVA dua jalur / Two Way ANOVA. Berikut ini hasil rekapitulasi pengujian ANOVA dalam menjawab rmusan masalah penelitian:

Tabel 8. Hasil Uji *Two Way ANOVA*

Kelompok	Kreativitas Siswa					
		Rendah	Sedang	Tinggi		
Kontrol	Frekuensi	10	17	8		
	Mean	47,00	60,88	76,88		
Eksperimen	Frekuensi	10	14	11		
	Mean	61,50	71,43	85,45		
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	9736,490 ^a	5	1947.298	44.268	0,001	0,776
Intercept	297571,927	1	297571.9	6764.691	0,001	0,991
Kelompok	2070,253	1	2070.253	47.063	0,001	0,424
Kreativitas Siswa	6985,337	2	3492.669	79.399	0,001	0,713
Kelompok * Kreativitas Siswa	89,511	2	44.755	1.017	0,367	0,031
Error	2815,296	64	43.989			
Total	324775	70				
Corrected Total	12551,786	69				

^a R Squared = 0,776 (Adjusted R Squared = 0,758)

Berdasarkan hasil output SPSS, diperoleh nilai *R-Square* (R^2) = 0,776 dan *Adjusted R-Square* = 0,758. Nilai R^2 sebesar 0,776 menunjukkan bahwa sebesar 77,6% memiliki varians peningkatan kemampuan berpikir komputasional siswa kelas V SD dipengaruhi secara simultan oleh model pembelajaran PBL berbasis koding serta tingkat kreativitas siswa. Untuk sisanya, yaitu sebesar 22,4% dipengaruhi oleh variabel lain di luar model penelitian yang tidak diukur terangkum dalam nilai *Error*. Berdasarkan kriteria Cohen, nilai R^2 yang melebihi 0,26 sudah masuk dalam kategori Besar/Kuat (*Substantial Effect*). Nilai perpaduan antara model pembelajaran PBL berbasis koding dan kreativitas dalam penelitian ini memiliki daya prediksi yang sangat tinggi dan stabil untuk mengukur kemampuan berpikir komputasional siswa.

Berdasarkan Kelompok Model Pembelajaran pada tabel ANOVA, diperoleh nilai *Type III Sum of Squares* (SS) sebesar 2070,253 yang menunjukkan besarnya jumlah variasi nilai berpikir komputasional yang murni disebabkan oleh perbedaan perlakuan antar-kelompok pembelajaran. Pengujian dengan derajat bebas (df) = 1 ini menghasilkan nilai F-hitung sebesar 47,063 dengan nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,001 dan nilai *Partial Eta Squared* mencapai 0,424. Oleh karena nilai Sig. = 0,001 < 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Nilai *Partial Eta Squared* sebesar 0,424 tersebut mengindikasikan adanya efek yang sangat besar (*large effect* > 0,14), yang berarti model PBL berbasis koding yang diterapkan memberikan kontribusi praktis sebesar 42,4% terhadap peningkatan kemampuan berpikir komputasional siswa ketika variabel kreativitas dikontrol. Terbukti dari nilai rata-rata (Mean) sebesar 73,00 kelompok Eksperimen PBL Berbasis Koding lebih unggul dari kelompok Kontrol (Konvensional) yang hanya memperoleh rata-rata skor sebesar 60,57. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, terdapat pengaruh yang sangat signifikan dan kuat dari penerapan model pembelajaran PBL berbasis koding terhadap kemampuan berpikir komputasional siswa kelas V SD di Gugus 29 Kecamatan Saradan.

Berdasarkan analisis pada tabel 8. baris tinjauan Kreativitas Siswa, didapatkan nilai *Type III Sum of Squares* (SS) yang sangat besar yaitu 6985,337. Angka varians yang masif ini menandakan bahwa, perbedaan tingkat kreativitas siswa menyumbang perbedaan nilai berpikir komputasional paling besar di dalam model penelitian.

Berdasarkan pengujian dengan derajat bebas (df) = 2, diperoleh nilai F -hitung sebesar 79,399, nilai signifikansi ($Sig.$) sebesar 0,001, serta indeks *Partial Eta Squared* sebesar 0,713. Oleh karena nilai $Sig.$ = 0,001 < 0,05, maka hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Nilai *Partial Eta Squared* yang menyentuh angka 0,713 membuktikan bahwa karakteristik kreativitas siswa memiliki efek yang luar biasa dominan (*profoundly large effect*). Tingkat kreativitas siswa secara mandiri berkontribusi sebesar 71,3% dalam menentukan tinggi rendahnya kemampuan berpikir komputasional mereka. Hal ini sesuai dengan nilai rata-rata gabungan (*Total Mean*) dalam tabel deskriptif, di mana siswa dengan kreativitas Tinggi meraih skor tertinggi sebesar 81,84, diikuti kelompok kreativitas Sedang sebesar 65,65, dan kelompok siswa berkreativitas Rendah berada di posisi terbawah dengan skor 54,25. Berdasarkan hasil tersebut, disimpulkan bahwa terdapat pengaruh tingkat kreativitas siswa terhadap kemampuan berpikir komputasional siswa kelas V SD di Gugus 29 Kecamatan Saradan.

Berdasarkan baris interaksi Kelompok * Kreativitas Siswa pada tabel 8. *Two Way ANOVA*, diperoleh nilai *Type III Sum of Squares* (SS) yang sangat kecil yaitu sebesar 89,511. Angka variasi yang sangat rendah mengindikasikan bahwa ,kombinasi silang antara kedua variabel tidak menciptakan peningkatan nilai ekstra pada sub kelompok tertentu. Perhitungan dengan derajat bebas (df) = 2, didapatkan nilai F -hitung sebesar 1,017 dengan nilai signifikansi ($Sig.$) mencapai 0,367 serta nilai *Partial Eta Squared* hanya sebesar 0,031. Oleh karena nilai $Sig.$ = 0,367 > 0,05, maka hipotesis nol (H_0) diterima dan H_1 ditolak. Nilai *Partial Eta Squared* yang hanya sebesar 0,031 menunjukkan bahwa efek interaksi gabungan ini dikategorikan sangat lemah karena hanya berkontribusi sebesar 3,1%. Menurut pedagogis, tidak adanya interaksi ini mengandung arti yang sangat positif karena membuktikan bahwa model pembelajaran PBL berbasis koding bekerja secara efektif dan konsisten di semua tingkatan kreativitas siswa. Bukti empiris pada data deskriptif menunjukkan, peningkatan nilai kemampuan berpikir komputasional yang merata di setiap level, di mana pada kelompok kreativitas Rendah kelas Eksperimen memiliki nilai cukup baik dengan skor 61,50 dibanding kelas Kontrol sebesar 47,00, pada kelompok kreativitas Sedang kelas Eksperimen dengan skor 71,43 dibanding Kontrol sebesar 60,88, dan pada kelompok kreativitas Tinggi kelas Eksperimen dengan skor 85,45 menunjukkan nilai tertinggi dibanding Kontrol yang sebesar 76,88 maupun kategori kretativitas lainnya.

Kreativitas belajar dalam penelitian ini bukan sekadar aspek afektif, melainkan sebuah penggerak kognitif yang memungkinkan siswa menghasilkan ide, menemukan solusi baru, dan berpikir fleksibel selama proses pemrograman (Ahmad et al., 2024). Ketika dihadapkan pada masalah koding dalam sintaksis PBL, siswa dengan kreativitas tinggi mendemonstrasikan aspek-aspek tersebut melalui tindakan-tindakan konkret. Siswa yang kreatif tidak hanya terpaku pada satu instruksi linier dari guru. Saat diminta membuat algoritma atau program sederhana misalnya simulasi gerakan karakter objek), mereka mampu menghasilkan banyak ide variasi instruksi perintah (*blocks coding*) yang orisinal. Ssiwa mampu mengonseptualisasikan ide visual ke dalam baris logika yang belum pernah dicontohkan sebelumnya.

Solusi baru di tingkat sekolah dasar termanifestasi ketika siswa berhasil menemukan jalur pintas sintaksis atau efisiensi blok algoritma yang lebih ringkas untuk menyelesaikan misi koding yang sama. Ketika program mengalami *bug* atau *error*, siswa kreatif tidak menyerah dan mengeksplorasi solusi dengan mengombinasikan logika *looping* (perulangan) atau *conditional statement* (percabangan jika-maka) secara mandiri untuk memperbaiki kegagalan sistem tersebut (Teng & Chung, 2025). Ssiwa juga mampu berpikir fleksibel yaitu ditunjukkan dengan kemampuan siswa untuk mengubah sudut pandang kognitifnya ketika strategi awal yang siswa susun terbentur aturan batas (*constraints*) sistem koding. Siswa mampu beralih dari pola berpikir secara runtut maju ke pola berpikir non-linear, seperti melakukan dekomposisi masalah besar menjadi bagian-bagian kecil dan pengenalan pola kesalahan secara cepat. Fleksibilitas

mental inilah yang membuat siswa mudah memproses informasi abstrak dalam dunia pemrograman digital (Rahmaningsih et al., 2025).

Hasil ini juga membuktikan, Siswa dengan kreativitas tinggi memiliki keluwesan berpikir (*flexibility*) dan kemampuan berpikir divergen (*divergent thinking*) yang baik ketika berhadapan dengan kompleksitas logika pemrograman. Pola ini mendukung argumentasi dari Ahmad et al. (2024) serta Ji & Wong (2025) bahwa kreativitas anak usia sekolah dasar mewujudkan dalam fleksibilitas mentalnya saat memproses informasi non-linear dan menyelesaikan tantangan akademis yang rumit. Kemampuan berpikir non-linear inilah yang mempermudah siswa kreatif untuk melakukan abstraksi dan pengenalan pola dalam berpikir komputasional.

Sintaksis PBL yang dipadukan dengan aktivitas koding memberikan ruang eksplorasi yang kaya bagi munculnya "Kreativitas Komputasional" (*Computational Creativity*) siswa. Berdasarkan konsep yang diusung oleh HersHKovitz et al. (2019) HersHKovitz et al. (2019) dan Israel-Fishelson et al. (2020), kreativitas ranah digital menuntut kemampuan melahirkan solusi baru yang fungsional di bawah batasan aturan atau sintaksis pemrograman tertentu. Orientasi masalah pada model PBL memicu rasa ingin tahu, sedangkan aktivitas koding menjadi wadah konkret bagi siswa kreatif untuk melatih keterampilan berpikir divergen. Sebaliknya, pada kelas kontrol yang menggunakan model konvensional, instruksi instruksional yang kaku terbukti membatasi potensi superior siswa kreatif, sehingga kemampuan berpikir komputasional siswa tidak berkembang se-progresif di kelas eksperimen. Meskipun model PBL berbasis koding memberikan dampak positif yang merata di semua level kreativitas, penelitian ini mencatat adanya tantangan khusus bagi kelompok siswa berkekrativitas rendah. Skor rata-rata CT mereka di kelas eksperimen (61,50) memang lebih baik daripada kelas kontrol (47,00), namun akselerasinya tidak sepesat kelompok siswa kreatif. Hambatan utama yang dialami oleh siswa berkekrativitas rendah adalah ditemukannya gejala kekakuan kognitif (*cognitive rigidity*).

Kondisi ini terkonfirmasi oleh teori dari Israel-Fishelson & HersHKovitz (2025) yang mengemukakan bahwa siswa dengan tingkat kreativitas rendah cenderung mengalami kekakuan kognitif, sehingga mereka menemukan kesulitan besar ketika harus melompati tahapan-tahapan abstraksi koding yang rumit dan memerlukan penyelesaian divergen. Ketika program yang siswa buat mengalami kegagalan (*error*), siswa dengan kekakuan kognitif cenderung mengulang-ulang kesalahan logika yang sama tanpa mampu mencari alternatif sudut pandang pemrograman yang berbeda.

Berdasarkan temuan tersebut dapat disimpulkan bahwa, Model *Problem-Based Learning* berbasis koding terbukti secara empiris sangat efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir komputasional siswa, dengan memperhatikan tingkat kognitif yang jauh lebih masif dan optimal jika diterapkan pada siswa yang memiliki tingkat kreativitas belajar tinggi. Pada penerapan pembelajaran berbasis koding, guru tidak dapat menyamaratakan perlakuan. Pendidik wajib memberikan intervensi khusus berupa *scaffolding* tambahan yang terstruktur bagi kelompok siswa berkekrativitas rendah. *Scaffolding* ini dapat berbentuk pemberian petunjuk visual bertahap (*visual cues*), penyederhanaan kompleksitas masalah (*problem breakdown*), atau penggunaan bantuan templat koding sebagian, sehingga siswa terbimbing untuk keluar dari kekakuan kognitif dan perlahan mampu menyusun logika berpikir komputasionalnya secara mandiri dan sistematis. Agar siswa tidak terjebak dalam kekakuan kognitif saat menyusun logika pemrograman. Kreativitas siswa dan kemampuan berpikir komputasional sangat diperlukan dalam membekali siswa untuk bisa menyelesaikan tantangan dengan berbagai solusi penyelesaian yang berbeda-beda berbasis kehidupan sehari-hari dengan kecerdasan artifisial yang kreatif dan tepat.

SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa model *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis koding dan tingkat kreativitas belajar, baik secara mandiri maupun simultan, berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir komputasional siswa. Model PBL berbasis koding terbukti efektif mendongkrak kemampuan berpikir komputasional, dengan capaian paling optimal ditemukan pada siswa yang memiliki tingkat kreativitas tinggi. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas pembelajaran logika digital di sekolah dasar tidak hanya bergantung pada model instruksional guru, melainkan dipengaruhi oleh fleksibilitas mental siswa. Siswa dengan kreativitas rendah cenderung mengalami kekakuan kognitif (*cognitive rigidity*) sehingga membutuhkan perhatian lebih saat mengabstraksi instruksi koding. Oleh karena itu, direkomendasikan bagi praktisi pendidikan untuk mengintegrasikan model PBL berbasis koding dengan memberikan perlakuan khusus atau *scaffolding* tambahan yang terstruktur bagi kelompok siswa berkecenderungan rendah guna meminimalisasi hambatan kognitif mereka. Bagi penelitian berikutnya, prospek kajian dapat diarahkan pada pengembangan media pembelajaran adaptif atau strategi diferensiasi dalam koding yang secara khusus dirancang untuk menjembatani kesenjangan performa akademis antara siswa berkecenderungan tinggi dan rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Z., Lasmawan, I. W., & Margunayasa, I. G. (2024). Pengaruh Model Project Based Learning dan Model Problem Solving terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif dan Keterampilan Computational Thinking Siswa SD. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 11(April), 369–382. <https://jurnal.citrabakti.ac.id/index.php/jil/article/view/3446/970>
- Amalina, I. K., & Vidákovich, T. (2023). Cognitive and socioeconomic factors that influence the mathematical problem-solving skills of students. *Heliyon*, 9(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19539>
- Aytekin, A., & Topçu, M. S. (2024). Improving 6th Grade Students' Creative Problem Solving Skills Through Plugged and Unplugged Computational Thinking Approaches. *Journal of Science Education and Technology*, 33(6), 867–891. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10130-y>
- Budiyanto, C. W., Fenyvesi, K., Lathifah, A., & Yuana, R. A. (2022). Computational Thinking Development: Benefiting from Educational Robotics in STEM Teaching. *European Journal of Educational Research*, volume-11-(volume-11-issue-4-october-2022), 1997–2012. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.4.1997>
- Buwono, F. A., Bashir, N. L., & Putri, C. N. (2025). *Computational Thinking-Based Metacognitive Learning Assessment: Issues and Challenges*. 3(2), 102–118. <https://doi.org/https://doi.org/10.20961/ijolii.v3i2.2991>
- Fagerlund, J., Häkkinen, P., Vesisenaho, M., & Viiri, J. (2021). Computational thinking in programming with Scratch in primary schools: A systematic review. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 12–28. <https://doi.org/10.1002/cae.22255>
- Florida, R., Mellander, C., & King, K. (2015). The Global Creativity Index 2015. In *Scale* (pp. 230–267). Martin Prosperity Institute. <https://doi.org/10.4324/9780203641095-12>
- Günaltay, M. İ., & Balci, S. (2025). *The effect of computational thinking on creativity: A meta-analysis for teaching strategies*. 4(2), 400–411.
- Hershkovitz, A., Sitman, R., Israel-Fishelson, R., Eguíluz, A., Garaizar, P., & Guenaga Gómez, M. (2019). Creativity in the acquisition of computational thinking. *Interactive Learning Environments*, 27(5–6), 628–644 K1-Computational thinking K1-Compute. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1610451>

- Israel-fishelson, R. (2020). The Associations Between Computational Thinking and Creativity: The Role of Personal Characteristics. *Journal of Educational Computing Research*. <https://doi.org/10.1177/0735633120940954>
- Israel-Fishelson, R., & HersHKovitz, A. (2025). Log-Based Analysis of Creativity in the Context of Computational Thinking. *Education Sciences*, 15(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/educsci15010003>
- Ji, W., & Wong, G. K. W. (2025). Integrating problem-based learning and computational thinking: cultivating creative thinking in primary education. *Frontiers in Education*, 10(September), 1–20. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1625105>
- Kemendikdasmen. (2025). *Pembelajaran Koding dan Kecerdasan Artifisial Pada Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia.
- Kong, S. C. (2022). Computational Thinking Education in K–12. In S.-C. Kong & H. Abelson (Eds.), *Computational Thinking Education in K–12* (Issue February). England : The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/13375.001.0001>
- Kumala, F. N. (2024). Project-KOMPLIT learning model (computational, creative, and literacy) in science education elementary school. *Journal of Environment and Sustainability Education*, 3(1), 71–81. <https://doi.org/10.62672/joease.v3i1.63>
- Li, Y., Xu, S., & Liu, J. (2021). Development and Validation of Computational Thinking Assessment of Chinese Elementary School Students. *Journal of Pacific Rim Psychology*, 15. <https://doi.org/10.1177/18344909211010240>
- Maharani, S., Nusantara, T., As'ari, A. R., & Qohar, A. (2022). *COMPUTITONAL THINKING: Pemecahan Masalah di Abad Ke-21*. Ponorogo: WADE Publish.
- Nabil, N. R. A., Wulandari, I., Yamtinah, S., Ariani, S. R. D., & Ulfa, M. (2022). Isi Instrumen Asesmen Kompetensi Minimum. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 25(2), 184–191.
- Novak, E., Kuo, C. L., Tassell, J. L., & Morris, G. (2024). Effects of a Creativity-Enhancement Intervention on Preservice Elementary Teachers' Creativity in Computing Education. *TechTrends*, 68(6), 1095–1106. <https://doi.org/10.1007/s11528-024-00998-3>
- Pratiwi, G. L., & Akbar, B. (2022). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Computational Thinking Matematis Siswa Kelas IV SDN Kebon Bawang 03 Jakarta. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, 08(1).
- Purnamasari, E., Mardiyana, & Supianto. (2019). The Effectiveness of Problem-Based Learning and Base Ten Blocks Media on Understanding Addition and Subtraction Concepts in Primary Schools: A Systematic Literature Review. *Social, Humanities, and Educational Studies*, 1(1), 105–112. <https://doi.org/https://doi.org/10.20961/shes.v9i1.117917>
- Qurin, M. T., Wijayanti, K. D., Fathori, A. R., Sukma, H. F., Setiawan, H., Pratama, K. H., Putri, K. R., Puspita, L., Yolandia, M., & Miftakul Khoiriyah, N. H. (2024). Pelatihan Coding Berbasis Project Based Learning (PjBL) Menggunakan Platform Scratch untuk Sekolah Dasar. *Society : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(5), 283–291. <https://doi.org/10.55824/jpm.v3i5.437>
- Rahmaningsih, A., Probosari, R. M., Khasanah, A. N., Supurwoko, S., & Hudha, M. N. (2025). Enhancing science computational thinking skills through STEM-problem-based learning with the OLABs virtual laboratory. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 8(3), 568–579. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v8i3.29422>
- Smith, M. D. (2025). *Problem Solving with Python, Using Computational Thinking in Everyday Life*. London, England: The MIT Press.
- Tarigan, W. P. L., Paidi, P., & Wiyarsi, A. (2025). *Integrating Computational Thinking and Creativity in Project- Based Learning : A systematic review. 2017*.

- Teng, K., & Chung, G. K. W. K. (2025). Measuring Children's Computational Thinking and Problem-Solving in a Block-Based Programming Game. *Education Sciences*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/educsci15010051>
- Triyani, S., Budayasa, I. K., & Maghfirotn Amin, S. (2024). How is the elementary students' creative thinking process in solving fraction problems using geometric and algebraic solutions? *JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education)*, 8(3), 152–163. <https://doi.org/10.23917/jramathedu.v8i3.3357>
- Usher, M., Reznik, N., Bronshtein, G., & Kohen-Vacs, D. (2025). Bridging Virtual and Physical: Exploring Students' Computational Thinking and Creativity in Robot-Guided vs. Simulation-Based Learning. *Journal of Learning Analytics*, 12(2), 35–49. <https://doi.org/10.18608/jla.2025.8837>
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. In *Communications of the ACM* (Vol. 49, Issue 3, pp. 33–35). <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wisdayana, N., Achyani, A., Aththibby, A. R., & Pratiwi, D. (2025). Integrasi Literasi Sains pada Bahan Ajar Berbasis Socio Scientific Issues. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 15(1), 40–50. <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i1.2164>
- World Intellectual Property Organization. (2025). Indonesia Ranking in The Global Innovation Index 2025. *Global Innovation Index 2025*, c. <https://www.wipo.int/edocs/gii-ranking/2025/id.pdf>
- 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. In *Education and Information Technologies* (Vol. 29, Issue 11). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12392-2>
- Zulyadaini, & Kasiono. (2025). *Belajar Dan Pembelajaran Berbasis Budaya Berorientasi Masa Depan* (Vol. 32, Issue 3). Klaten: CV. Sarnu Untung.