

## Integrasi Pendekatan Deep Learning dalam Pembelajaran Koding dan Kecerdasan Artifisial untuk Meningkatkan Critical Thinking dan Problem Solving Siswa

Innasya' Putri Hidayati<sup>\*1</sup>, Arumantika Eko Yulia Priliyanti<sup>2</sup>, Naharotul Istiqomah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia  
Email: <sup>1</sup>[25051985005@unesa.ac.id](mailto:25051985005@unesa.ac.id), <sup>2</sup>[25051985001@mhs.unesa.ac.id](mailto:25051985001@mhs.unesa.ac.id),  
<sup>3</sup>[25051985002@mhs.unesa.ac.id](mailto:25051985002@mhs.unesa.ac.id)

### Abstrak

Kemampuan *critical thinking* dan *problem solving* siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) masih belum sepenuhnya selaras dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan penguasaan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pembelajaran koding dan kecerdasan artifisial berbasis pendekatan *deep learning* terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa SMK. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi-eksperimen *pretest-posttest control group*. Instrumen penelitian berupa tes uraian berbasis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Analisis data dilakukan menggunakan uji *t* dan perhitungan *N-gain*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan peningkatan kemampuan *critical thinking* dan *problem solving* yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol ( $p < 0,05$ ). Kelompok eksperimen memperoleh nilai *N-gain* pada kategori sedang hingga tinggi, sedangkan kelompok kontrol berada pada kategori rendah hingga sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi pendekatan *deep learning* dalam pembelajaran koding dan kecerdasan artifisial efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa serta memberikan kontribusi empiris terhadap pengembangan inovasi pembelajaran berbasis teknologi pada pendidikan vokasi.

**Kata kunci:** *berpikir kritis siswa SMK, deep learning, koding dan kecerdasan artifisial, pemecahan masalah, pendidikan vokasi*

### Abstract

*Students' critical thinking and problem-solving skills in vocational high schools have not yet fully met the demands of 21st-century learning, which emphasizes higher-order thinking abilities. This study aims to examine the effect of deep learning-based coding and artificial intelligence instruction on the improvement of vocational high school students' critical thinking and problem-solving skills. A quantitative approach with a quasi-experimental pretest-posttest control group design was employed. The research instrument consisted of essay-type Higher Order Thinking Skills (HOTS) tests. Data were analyzed using t-tests and N-gain analysis. The results indicate a statistically significant difference in the improvement of critical thinking and problem-solving skills between the experimental and control groups ( $p < 0.05$ ). The experimental group achieved moderate to high N-gain scores, while the control group demonstrated low to moderate gains. These findings confirm that the integration of a deep learning approach in coding and artificial intelligence instruction is effective in enhancing students' higher-order thinking skills and contributes empirically to the development of technology-based learning innovations in vocational education.*

**Keywords:** *coding and artificial intelligence, deep learning-based learning, problem-solving skills, vocational education, vocational high school students' critical thinking*

## 1. PENDAHULUAN

Transformasi digital yang dipicu oleh akselerasi teknologi informasi dan kecerdasan artifisial (*Artificial Intelligence/AI*) telah mengubah lanskap pendidikan secara fundamental. Dalam ekosistem kerja abad ke-21, peserta didik tidak hanya dituntut menguasai keterampilan teknis, tetapi juga harus memiliki kapasitas berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills/HOTS*) untuk beradaptasi dengan kompleksitas tantangan global. Oleh karena itu, paradigma pembelajaran perlu bergeser dari sekadar transfer pengetahuan menuju pengembangan proses kognitif lanjut, seperti berpikir kritis

(*critical thinking*) dan pemecahan masalah (*problem solving*), melalui integrasi teknologi yang bermakna secara pedagogis. (OECD, 2023; World Economic Forum, 2023). Namun, realitas empiris menunjukkan kesenjangan yang signifikan. Temuan asesmen internasional, seperti PISA, mengindikasikan bahwa kemampuan siswa Indonesia dalam melakukan analisis mendalam, evaluasi, serta pemecahan masalah kompleks khususnya yang berkaitan dengan data dan teknologi masih tergolong rendah. (OECD, 2023).

Kesenjangan kompetensi ini menjadi isu krusial dalam pendidikan vokasi, khususnya di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), yang memegang mandat utama menyiapkan lulusan siap kerja. Pembelajaran di SMK menuntut pembaruan strategi yang mampu menjembatani literasi digital dengan kemampuan berpikir strategis. Salah satu pendekatan inovatif yang relevan adalah penggabungan koding dan kecerdasan artifisial. Koding tidak lagi dimaknai sebatas penulisan sintaks bahasa pemrograman, melainkan instrumen untuk membangun *computational thinking* yang meliputi dekomposisi masalah, pengenalan pola, dan abstraksi logis. (Palop et al., 2025). Integrasi AI memperluas fungsi tersebut dengan menghadirkan pembelajaran yang personal dan berbasis data, memungkinkan siswa tidak sekadar menjadi pengguna pasif, tetapi terlibat aktif dalam analisis dan pengambilan keputusan rasional. Situasi ini menuntut adanya pembaruan strategi pembelajaran yang menekankan pengembangan proses kognitif tingkat lanjut. Urgensi tersebut semakin terasa pada pendidikan vokasi, khususnya SMK, di mana pembelajaran koding dan kecerdasan artifisial berperan penting dalam membangun literasi digital melalui pendekatan berbasis proyek (El Akbar et al., 2025).

Agar integrasi teknologi tersebut tidak terjebak pada aspek teknis semata, diperlukan landasan pedagogis yang kuat, yaitu pendekatan *deep learning*. Pendekatan ini menempatkan pembelajaran sebagai proses sadar dan bermakna, di mana siswa membangun pemahaman konseptual secara mendalam dan merefleksikan pengalaman belajarnya. Temuan berbagai kajian menunjukkan bahwa *deep learning* mampu memperkuat kapasitas berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah melalui tuntutan keterlibatan kognitif yang intensif (Hafidzni et al., 2025). Dengan demikian, siswa tidak hanya memahami materi, tetapi juga mengaplikasikannya dalam konteks pembelajaran teknologi yang nyata. (Sudarmono et al., 2025; Tohir et al., 2025). Pembelajaran *deep learning* menuntut keterlibatan kognitif intensif yang terbukti mampu memperkuat kapasitas berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa melalui eksplorasi masalah yang nyata.

Meskipun potensi teknologi dalam pembelajaran telah banyak dikaji, tinjauan literatur menunjukkan adanya celah penelitian (*research gap*) yang perlu diisi. Penelitian yang secara khusus menginvestigasi penerapan pendekatan *deep learning* dalam pembelajaran koding dan kecerdasan artifisial di tingkat SMK masih jarang ditemukan. Studi-studi sebelumnya cenderung memfokuskan pembahasan pada koding, AI, atau pendekatan pembelajaran secara parsial tanpa menguji integrasi ketiganya secara eksperimental. Implementasi pembelajaran koding dan kecerdasan artifisial berbasis *deep learning* dalam konteks peningkatan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa SMK belum dikaji secara komprehensif. Keterbatasan ini membuka ruang penelitian untuk menggali secara empiris dampak pendekatan tersebut terhadap pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

Berdasarkan analisis situasi dan kesenjangan riset tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menguji secara empiris efektivitas penerapan pembelajaran koding dan kecerdasan artifisial berbasis pendekatan *deep learning* terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa SMK. Secara spesifik, penelitian ini akan menganalisis perbedaan peningkatan kompetensi antara siswa yang mendapatkan intervensi model pembelajaran integratif ini dibandingkan dengan pembelajaran konvensional, serta mengukur tingkat efektivitasnya dalam mendorong capaian kognitif tingkat tinggi. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dan praktis bagi pengembangan model pembelajaran berbasis teknologi yang adaptif di pendidikan vokasi

## 2. METODE PENELITIAN

### Jenis dan Desain Penelitian

Studi ini disusun menggunakan metode kuantitatif melalui desain kuasi-eksperimen *pretest–posttest control group* sebagaimana dikemukakan oleh (Sugiyono, 2016). Desain ini digunakan untuk menguji sejauh mana penerapan pendekatan deep learning dalam pembelajaran koding dan kecerdasan artifisial berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan *critical thinking* dan *problem solving* siswa. Penelitian melibatkan dua kelompok pembanding, yaitu kelompok eksperimen dengan perlakuan pembelajaran *deep learning* dan kelompok kontrol dengan pendekatan pembelajaran tradisional. Pemilihan desain kuasi-eksperimen *pretest–posttest control group* dilakukan dengan mempertimbangkan keterbatasan pengacakan subjek secara acak di konteks sekolah. Penentuan kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak dimungkinkan melalui *random assignment* karena struktur kelas telah ditetapkan oleh pihak sekolah. Oleh karena itu, desain kuasi-eksperimen dipandang paling relevan untuk tetap memungkinkan pengujian pengaruh perlakuan secara komparatif dengan tetap menjaga validitas internal penelitian.

### Subjek dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMKN 2 Bangkalan pada semester ganjil tahun ajaran berjalan dengan populasi seluruh siswa mata pelajaran koding dan kecerdasan artifisial. Sampel dipilih menggunakan *purposive sampling* berdasarkan kesetaraan kemampuan awal dan karakteristik kelas (Sugiyono, 2016), terdiri dari satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol. Kesetaraan kemampuan awal antar kelas ditetapkan berdasarkan nilai akademik sebelumnya pada mata pelajaran terkait, kesamaan kurikulum, serta hasil *pretest* yang menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Dengan demikian, kedua kelas diasumsikan memiliki kemampuan awal yang relatif sebanding sebelum diberikan perlakuan.

### Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Struktur variabel dalam penelitian ini terdiri atas satu variabel pemengaruh dan dua variabel yang dipengaruhi. Pendekatan deep learning pada pembelajaran koding dan kecerdasan artifisial berperan sebagai variabel pemengaruh, sementara kemampuan berpikir kritis serta kemampuan pemecahan masalah siswa berfungsi sebagai variabel hasil.

Secara operasional, pendekatan *deep learning* dipahami sebagai pola pembelajaran yang mengedepankan kesadaran belajar, kebermaknaan materi, dan suasana belajar yang menyenangkan melalui eksplorasi ide, penyelesaian proyek, refleksi pembelajaran, dan kerja sama. Kemampuan berpikir kritis dinilai dari kecakapan siswa dalam mengurai masalah, mempertimbangkan efektivitas solusi, dan menarik simpulan logis (Rissi & Sinaga, 2025). Di sisi lain, kemampuan pemecahan masalah ditentukan melalui kemampuan merumuskan persoalan, menyusun langkah solusi atau algoritma, serta melakukan evaluasi hasil secara terstruktur.

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan utama. Tahap pertama adalah persiapan, meliputi penyusunan perangkat pembelajaran, pengembangan instrumen tes, serta pengujian validitas dan reliabilitas instrumen. Tahap kedua adalah pelaksanaan perlakuan, di mana kelompok eksperimen mengikuti pembelajaran koding dan kecerdasan artifisial berbasis pendekatan *deep learning*, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran konvensional. Tahap ketiga adalah pengukuran, yang dilakukan melalui pemberian *pretest* dan *posttest* pada kedua kelompok. Tahap

terakhir adalah analisis data untuk mengidentifikasi perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa.

## Instrumen Penelitian

Penelitian ini memanfaatkan instrumen berupa tes uraian berorientasi HOTS guna mengidentifikasi tingkat kemampuan *critical thinking* dan *problem solving* siswa. Instrumen mencakup 10 item soal uraian yang dikembangkan berdasarkan indikator kognitif tingkat tinggi pada level C4, C5, dan C6. Penerapan instrumen dilakukan pada tahap pretest dan posttest baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol (Arikunto, 2013; Sugiyono, 2016). Evaluasi respons siswa menggunakan rubrik penilaian berskala 0–4 yang menilai akurasi, kelengkapan, dan rasionalitas jawaban.

Berdasarkan hasil perhitungan Content Validity Ratio (CVR), sembilan butir soal memenuhi nilai ambang CVR minimum sebesar 0,99 untuk tiga validator dan dinyatakan valid. Satu butir soal menunjukkan nilai CVR di bawah ambang batas, namun tetap dipertahankan karena merepresentasikan indikator kemampuan berpikir tingkat tinggi yang tidak terakomodasi secara optimal oleh butir lainnya. Keputusan ini diambil berdasarkan pertimbangan substantif dan kesepakatan para pakar bahwa butir tersebut penting secara konseptual dan tidak menurunkan kualitas keseluruhan instrumen.

Keandalan instrumen diuji menggunakan koefisien Cronbach's Alpha dengan dasar skor siswa pada skala 0–4. Nilai alpha yang mencapai 0,97 mencerminkan konsistensi instrumen yang sangat tinggi dalam merepresentasikan kemampuan berpikir kritis dan penyelesaian masalah peserta didik. Analisis validitas isi dan reliabilitas dilakukan melalui pemrosesan komputasional berbasis Python sebagai upaya menjamin akurasi analitik.

## Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Pengambilan data penelitian dilakukan dengan memberikan tes awal dan tes akhir kepada kedua kelompok. Data selanjutnya diolah melalui pendekatan statistik deskriptif dan inferensial (Sari et al., 2025). Statistik deskriptif dimanfaatkan untuk memetakan peningkatan kemampuan siswa, sedangkan uji t pada statistik inferensial digunakan guna membandingkan peningkatan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Tingkat efektivitas pembelajaran juga dianalisis melalui perhitungan N-gain.

Sebelum dilakukan analisis inferensial, data terlebih dahulu diuji untuk memenuhi asumsi statistik, meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas digunakan untuk memastikan distribusi data mendekati normal, sedangkan uji homogenitas bertujuan untuk memastikan kesamaan varians antar kelompok. Pemenuhan asumsi ini menjadi dasar penggunaan uji t sebagai teknik analisis inferensial dalam penelitian.

## 3. HASIL PENELITIAN

Temuan penelitian dihasilkan dari pengolahan data pretest dan posttest yang mengukur kemampuan *critical thinking* dan *problem solving* siswa pada kelompok perlakuan dan kelompok pembanding. Proses analisis dilakukan untuk menilai perubahan kemampuan siswa setelah implementasi pembelajaran coding dan artificial intelligence berbasis deep learning.

### 3.1 Hasil Penelitian

Deskripsi Kemampuan Awal dan Kemampuan Akhir Siswa mengenai kemampuan berpikir kritis (*critical thinking*) dan pemecahan masalah (*problem solving*) siswa diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* pada kedua kelompok. Rangkuman statistik deskriptif disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata S kor Pretest dan Posttest

| Kelompok   | CT Pretest | CT Posttest | PS Pretest | PS Posttest |
|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Eksperimen | 50.1       | 83.4        | 47.3       | 79.1        |
| Kontrol    | 48.9       | 64.8        | 47.9       | 63.2        |

Tabel 1 menunjukkan bahwa kondisi awal kedua kelompok relatif homogen, dengan selisih skor *pretest* yang sangat tipis pada aspek *Critical Thinking* (selisih 1,2 poin) maupun *Problem Solving* (selisih 0,6 poin). Hal ini mengonfirmasi bahwa kedua kelompok berangkat dari garis *start* yang setara. Namun, data *posttest* memperlihatkan divergensi capaian yang substantif. Kelompok eksperimen mengalami lonjakan kompetensi yang drastis, mencapai rata-rata di atas 79 pada kedua aspek, sedangkan kelompok kontrol tertinggal dengan rata-rata di kisaran 63-64. Kesenjangan skor akhir ini mengindikasikan bahwa intervensi yang diberikan memiliki dampak pembeda yang kuat terhadap penguasaan materi.

### 3.2 Peningkatan Kemampuan Critical Thinking dan Problem Solving

Efektivitas pembelajaran selanjutnya dianalisis menggunakan nilai *N-gain*. Analisis tersebut menunjukkan bahwa kelompok eksperimen mencapai peningkatan pada tingkat sedang hingga tinggi, sementara kelompok kontrol hanya mencapai tingkat rendah hingga sedang. Hal ini mengindikasikan keunggulan pembelajaran berbasis *deep learning* dalam mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Distribusi kategori peningkatan dipaparkan dalam Tabel 2

Rincian hasil *N-gain* ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata *N-gain* Kemampuan Siswa

| Variabel          | Eksperimen | Kategori      | Kontrol | Kategori      |
|-------------------|------------|---------------|---------|---------------|
| Critical Thinking | 0.65       | Sedang–Tinggi | 0.32    | Rendah–Sedang |
| Problem Solving   | 0.62       | Sedang        | 0.30    | Rendah        |

Sebagaimana terlihat pada Tabel 2, terdapat disparitas kualitas peningkatan yang nyata. Kelompok eksperimen mencatatkan skor *N-gain* 0,65 (berpikir kritis) dan 0,62 (pemecahan masalah), yang secara substantif bermakna bahwa model pembelajaran ini berhasil memfasilitasi lonjakan pemahaman siswa ke level "Sedang hingga Tinggi". Sebaliknya, kelompok kontrol hanya mampu mencapai peningkatan di level "Rendah hingga Sedang" (*N-gain* 0,30–0,32). Selisih nilai *N-gain* yang mencapai dua kali lipat ini menegaskan bahwa metode konvensional kurang memadai untuk mendorong lompatan kognitif yang diharapkan dalam kompetensi berpikir tingkat tinggi.

### 3.3 Hasil Uji Inferensial

Perbedaan peningkatan kemampuan *critical thinking* dan *problem solving* antara kelompok eksperimen dan kontrol dianalisis menggunakan uji *t* pada nilai *N-gain*. Hasil analisis menunjukkan tingkat signifikansi berada di bawah batas 0,05 ( $p < 0,05$ ). Secara statistik, hasil ini menolak hipotesis nol dan mengonfirmasi bahwa penerapan pembelajaran koding dan AI berbasis *deep learning* menghasilkan peningkatan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan pembelajaran konvensional.

### 3.4 Analisis Mendalam Perubahan Perilaku Belajar Siswa

Berdasarkan observasi selama proses intervensi di kelas eksperimen, pendekatan *deep learning* memicu perubahan fundamental pada cara siswa berinteraksi dengan tugas koding. Siswa tidak lagi sekadar menyalin sintaks dari modul, melainkan mulai melakukan dekomposisi masalah secara mandiri. Hal ini terlihat saat materi kecerdasan artifisial diperkenalkan; siswa pada kelompok eksperimen cenderung melakukan eksplorasi pada parameter model AI untuk memahami "mengapa" sebuah hasil prediksi muncul, bukan sekadar "bagaimana" menjalankan programnya

Keterlibatan kognitif yang intensif ini divalidasi oleh tingginya skor *posttest* kemampuan *Critical Thinking* yang mencapai 83,4. Integrasi AI sebagai "mitra berpikir" memungkinkan terjadinya dialog dialektika antara siswa dan teknologi. Misalnya, saat siswa menggunakan asisten koding berbasis AI, mereka dilatih untuk mengevaluasi apakah solusi yang diberikan AI sudah optimal atau justru mengandung bias logis. Proses evaluasi kritis inilah yang menyumbang pada lonjakan *N-gain* berpikir kritis sebesar 0,65.

### 3.5 Relevansi Model terhadap Kebutuhan Industri 4.0 di SMK

Keunggulan signifikan pada aspek *Problem Solving* (skor 79,1) di kelompok eksperimen menunjukkan bahwa pembelajaran ini berhasil mensimulasikan tantangan dunia kerja nyata. Dalam konteks pendidikan vokasi, kemampuan merumuskan algoritma yang efisien merupakan kompetensi inti. Pendekatan *deep learning* memfasilitasi siswa untuk melakukan refleksi atas kesalahan koding (*debugging*) sebagai proses pembelajaran yang bermakna, bukan sebagai kegagalan.

Hasil ini didukung oleh temuan bahwa literasi digital yang kuat di SMK harus dibarengi dengan kemampuan berpikir strategis. Dengan mengintegrasikan koding dan AI, siswa tidak hanya dipersiapkan menjadi operator teknologi, tetapi juga menjadi inovator yang mampu memberikan solusi berbasis data. Pergeseran dari *learning by doing* menjadi *learning by thinking about doing* terbukti efektif dalam meningkatkan kesiapan kerja siswa di era industri cerdas

### 3.6 Analisis Capaian Berdasarkan Level Kognitif HOTS

Peningkatan signifikan pada kelompok eksperimen perlu ditinjau lebih dalam melalui distribusi capaian pada level kognitif C4 (Analisis), C5 (Evaluasi), dan C6 (Kreasi). Berdasarkan hasil tes uraian, siswa pada kelompok eksperimen menunjukkan keunggulan rata-rata sebesar 22% pada level Analisis (C4) dibandingkan kelompok kontrol. Hal ini disebabkan oleh fase "Eksplorasi Konseptual" dalam pendekatan *deep learning* yang membiasakan siswa membedah struktur algoritma sebelum menulis kode.

Pada level Evaluasi (C5), terlihat perbedaan gaya kognitif yang mencolok. Kelompok kontrol cenderung menerima solusi koding secara apa adanya, sementara kelompok eksperimen mampu memberikan argumen kritis terkait efisiensi memori dan kecepatan eksekusi program. Kemampuan ini merupakan dampak langsung dari peran AI sebagai "mitra berpikir" (*thinking partner*) yang memaksa siswa melakukan validasi silang terhadap setiap saran kode yang diberikan oleh sistem AI. Terakhir, pada level Kreasi (C6), sekitar 75% siswa kelompok eksperimen berhasil merancang modul AI sederhana secara mandiri, yang menunjukkan bahwa pemahaman mendalam (*deep understanding*) telah tercapai melampaui sekadar penguasaan teknis

### 3.7 Tantangan Implementasi Pendekatan Deep Learning di SMK

Meskipun hasil penelitian menunjukkan efektivitas yang tinggi, terdapat beberapa tantangan yang teridentifikasi selama proses intervensi. Pertama, adanya hambatan adaptasi awal bagi siswa yang

terbiasa dengan pola pembelajaran pasif (ceramah). Pada minggu pertama, transisi menuju fase "Dialog Ilmiah" memerlukan bimbingan intensif agar siswa berani mengartikulasikan logika berpikirnya

Kedua, integrasi AI dalam koding menuntut infrastruktur teknologi yang stabil. Beberapa kendala teknis terkait akses ke model AI generatif sempat menghambat fase konstruksi solusi, namun hal ini diatasi melalui diskusi kelompok secara luring. Ketiga, peran guru harus bergeser secara total dari sumber informasi utama menjadi fasilitator dan provokator intelektual. Tantangan-tantangan ini memberikan gambaran bahwa keberhasilan model ini tidak hanya bergantung pada kecanggihan teknologi AI, tetapi juga pada kesiapan pedagogis guru dan kemauan siswa untuk terlibat dalam proses kognitif yang melelahkan namun bermakna

#### 4. PEMBAHASAN

Pembahasan dalam penelitian ini diarahkan untuk menginterpretasikan temuan empiris terkait efektivitas pembelajaran koding dan kecerdasan artifisial berbasis pendekatan deep learning dalam meningkatkan kemampuan critical thinking dan problem solving siswa SMK. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa pada kelompok eksperimen mengalami peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang secara signifikan lebih baik dibandingkan kelompok kontrol. Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi pendekatan pedagogis yang tepat dengan teknologi cerdas berperan penting dalam mentransformasi proses pembelajaran di pendidikan vokasi.

Peningkatan skor critical thinking pada kelompok eksperimen tidak hanya tercermin dari perbedaan nilai rata-rata posttest, tetapi juga dari kualitas jawaban siswa yang menunjukkan kemampuan analisis, evaluasi, dan sintesis solusi. Pendekatan deep learning mendorong siswa untuk memahami konsep koding dan kecerdasan artifisial secara mendalam, bukan sekadar mengikuti prosedur teknis. Hal ini sejalan dengan pandangan bahwa deep learning pedagogis menempatkan siswa sebagai pembelajar aktif yang membangun makna melalui refleksi, dialog, dan eksplorasi masalah autentik (Hafidzni et al., 2025). Dengan demikian, pembelajaran tidak berhenti pada penguasaan sintaks pemrograman, tetapi berkembang menjadi proses kognitif tingkat lanjut.

Dari perspektif problem solving, hasil penelitian memperlihatkan bahwa siswa pada kelompok eksperimen mampu merumuskan masalah secara lebih sistematis, menyusun algoritma yang logis, serta mengevaluasi efektivitas solusi yang dihasilkan. Integrasi kecerdasan artifisial dalam pembelajaran berperan sebagai pemicu dialog kognitif, di mana siswa terdorong untuk mempertanyakan, memvalidasi, dan memodifikasi solusi yang diusulkan oleh sistem AI. Temuan ini mendukung paradigma AI sebagai thinking partner, bukan sekadar alat otomatisasi, sebagaimana dikemukakan oleh Ouyang dan Jiao (2021). Dalam konteks ini, AI memperluas ruang berpikir siswa dan menantang mereka untuk mengambil keputusan berbasis argumentasi rasional.

Analisis capaian berdasarkan level kognitif HOTS (C4, C5, dan C6) memperkuat temuan tersebut. Pada level analisis (C4), siswa kelompok eksperimen menunjukkan kemampuan lebih baik dalam mengidentifikasi struktur masalah dan hubungan antar variabel dalam tugas koding. Fase eksplorasi konseptual dalam pendekatan deep learning membiasakan siswa untuk memecah persoalan kompleks menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana sebelum menyusun solusi. Pada level evaluasi (C5), siswa mampu menilai kelebihan dan keterbatasan berbagai alternatif solusi, termasuk mempertimbangkan efisiensi algoritma dan potensi bias pada keluaran AI. Sementara itu, pada level kreasi (C6), sebagian besar siswa kelompok eksperimen berhasil merancang solusi atau modul AI sederhana secara mandiri, yang menunjukkan tercapainya pemahaman konseptual yang mendalam.

Perbedaan capaian ini tidak terlepas dari perubahan pola interaksi belajar siswa. Pendekatan deep learning menciptakan lingkungan belajar yang menuntut keterlibatan kognitif tinggi melalui diskusi, refleksi, dan kerja kolaboratif. Siswa tidak lagi berperan sebagai penerima informasi pasif,

melainkan sebagai subjek yang secara aktif membangun pengetahuan. Kondisi ini berbeda dengan pembelajaran konvensional yang cenderung berfokus pada penyelesaian tugas tanpa eksplorasi makna yang mendalam. Oleh karena itu, peningkatan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah pada kelompok eksperimen dapat dipahami sebagai hasil dari transformasi proses belajar yang lebih bermakna.

Temuan penelitian ini juga relevan dengan kebutuhan pendidikan vokasi di era industri 4.0 dan society 5.0. Dunia kerja menuntut lulusan SMK yang tidak hanya memiliki keterampilan teknis, tetapi juga mampu berpikir kritis, adaptif, dan solutif terhadap permasalahan nyata. Pembelajaran koding dan kecerdasan artifisial berbasis deep learning menghadirkan simulasi tantangan dunia industri melalui aktivitas debugging, analisis data, dan pengambilan keputusan berbasis teknologi. Hal ini sejalan dengan pandangan bahwa pendidikan vokasi harus mengintegrasikan hard skills dan soft skills secara simultan agar lulusan siap menghadapi dinamika dunia kerja berbasis teknologi.

Meskipun demikian, implementasi pendekatan deep learning dalam pembelajaran koding dan AI tidak lepas dari tantangan. Penelitian ini menemukan bahwa pada tahap awal, sebagian siswa mengalami kesulitan beradaptasi dengan tuntutan pembelajaran yang menekankan refleksi dan dialog ilmiah. Selain itu, keterbatasan infrastruktur teknologi dan kesiapan guru dalam memfasilitasi pembelajaran berbasis AI juga menjadi faktor yang perlu diperhatikan. Oleh karena itu, keberhasilan penerapan model ini memerlukan dukungan kebijakan sekolah, peningkatan kompetensi guru, serta penyediaan sarana dan prasarana yang memadai.

Secara keseluruhan, pembahasan ini menegaskan bahwa efektivitas pembelajaran koding dan kecerdasan artifisial tidak semata-mata ditentukan oleh kecanggihan teknologi yang digunakan, tetapi oleh kesesuaian pendekatan pedagogis yang mendasarinya. Pendekatan deep learning memberikan kerangka yang memungkinkan teknologi AI berfungsi sebagai alat penguat proses berpikir siswa, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan berorientasi pada pengembangan HOTS.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran koding dan kecerdasan artifisial berbasis pendekatan *deep learning* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan *critical thinking* dan *problem solving* siswa SMK. Peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada kelompok eksperimen secara konsisten lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol, baik berdasarkan hasil uji *t* maupun nilai *N-gain*. Temuan ini memberikan bukti empiris bahwa integrasi pendekatan *deep learning* dalam pembelajaran berbasis teknologi mampu mendukung pengembangan kemampuan kognitif tingkat tinggi pada pendidikan vokasi. Keterbatasan penelitian ini terletak pada cakupan sampel yang masih terbatas dan fokus pada aspek kognitif, sehingga penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan populasi yang lebih luas serta mengkaji keterampilan lain, seperti kreativitas, kolaborasi, dan literasi digital.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, R. W., Alfian, A. N., Sumardiono, & Awiliyanto, R. R. (2025). Pengembangan skill digital siswa smk melalui pemanfaatan generatif AI. *Jurnal Bhakti Karya Dan Inovatif*, 5(1), 63–72.
- Arifuddin, N. A., Amalia, R. D., & Setyadinsa, R. (2025). Mendorong inovasi pendidikan melalui integrasi AI dalam pengembangan pertanyaan HOTS. *JIPMAS : Jurnal Visi Pengabdian Kepada Masyarakat*, 06(1), 142–158. <https://ejournal.uhn.ac.id/index.php/pengabdian>
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik*. PT Rineka Cipta.
- El Akbar, R. R., Herwina, W., Handiman, I., Al Husaini, M., Lukmana, H. H., Pitrianti, S., & Asyaky, M. S. (2025). Pelatihan literasi digital, koding, dan kecerdasan artifisial untuk peningkatan kapasitas sekolah di wilayah kabupaten tasikmalaya. *Dedikasi Sains Dan Teknologi Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 165–172. <https://doi.org/10.47709/dst.v5i2.7327>

- Hafidzni, N., Yasmine, N. P., & Yasin, M. (2025). Kajian literatur penerapan deep learning pedagogis dan Hots untuk meningkatkan literasi dan numerasi menuju indonesia emas 2045. *Journal of Mandalika Literature*, 6(3), 752–765. <http://ojs.cahayamandalika.com/index.php/jml>
- Lyu, W., & Salam, Z. A. (2025). AI-powered personalized learning: Enhancing self-efficacy, motivation, and digital literacy in adult education through expectancy-value theory. *Learning and Motivation*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2025.102129>
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (volume I): The state of learning and equity in education* (PISA, Ed.). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020>
- Palop, B., Díaz, I., Rodríguez-Muñiz, L. J., & Santaengracia, J. J. (2025). Redefining computational thinking: A holistic framework and its implications for K-12 education. *Education and Information Technologies*, 30(10), 13385–13410. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13297-4>
- Rahmaniar, Wahyuni, S., & Hariyanto, E. (2023). Penguatan digitalisasi pembelajaran bagi guru dan siswa di sekolah menengah kejuruan berbasis higher order thinking skill (HOTS). *Jurnal SOLMA*, 12(1), 20–29. <https://doi.org/10.22236/solma.v11i3.11105>
- Rissi, A. R. Y., & Sinaga, D. (2025). AI dan pembelajaran mendalam (deep learning): Meningkatkan kualitas pendidikan di era digital. *Jayapangus Press Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 8(4), 10–23. <https://jayapanguspress.penerbit.org/index.php/cetta>
- Sari, A. R., Husnawati, H. Al, Suryono, J., Marzuki, & Mulyapradana, A. (2025). *Metode penelitian kualitatif, kuantitatif, dan r&d*. YAYASAN PUTRA ADI DHARMA.
- Su, J., & Zhong, Y. (2022). Artificial Intelligence (AI) in early childhood education: Curriculum design and future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100072>
- Sudarmono, M. A., Hasan, & Halima. (2025). Deep learning approach in improving critical thinking skills of elementary school students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(8), 60–70. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i8.11708>
- Sugiyono. (2016). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan r&d*. Alfabeta.
- Tohir, A., Muslim, S., & Situmorang, R. (2025). Integration of technology in learning: Enhancing higher order thinking skills (HOTS) in secondary school students. *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, 11(3). <https://doi.org/10.22399/ijcesen.3474>
- World Economic Forum. (2023). *Shaping the future of learning : the role of AI in education 4.0 : insight report*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023/>

**Halaman ini dikosongkan**