

## **CHATBOT AI SEBAGAI DIGITAL SCAFFOLDING UNTUK MENDUKUNG SELF-REGULATED LEARNING PADA PEMBELAJARAN INKUIRI DI SEKOLAH DASAR**

Atania Rosbina Br Bangun<sup>1</sup>, Thresia Yohana Sembiring<sup>2</sup>, Nurhayati<sup>3</sup>, Suryani<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Pendidikan Guru Dasar  
Universitas Wirahusada Medan

<sup>1</sup>[ataniarosbina@gmail.com](mailto:ataniarosbina@gmail.com), <sup>2</sup>[thresiasembiring@gmail.com](mailto:thresiasembiring@gmail.com),  
<sup>3</sup>[yani88410@gmail.com](mailto:yani88410@gmail.com), <sup>4</sup>[nurhayatiregf@gmail.com](mailto:nurhayatiregf@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*The low level of learning independence among elementary school students, as reflected in excessive dependence on teacher instructions, limited initiative in exploration, and weak self-monitoring skills during the inquiry process, has become a fundamental issue that has not been systematically addressed through appropriate educational technology approaches. This study aimed to examine the effect of using an AI chatbot as digital scaffolding on improving the learning independence of fifth-grade elementary school students in the subject of Mathematics through the inquiry learning model. The study employed a quasi-experimental research method with a Nonequivalent Control Group Design, involving 60 fifth-grade students from SDN 060914 Sunggal who were divided into two groups, consisting of 30 students in the experimental class and 30 students in the control class, selected through purposive sampling. The research instruments included a four-point Likert-scale learning independence questionnaire, an inquiry activity observation sheet, and chatbot interaction documentation. The results showed that the average learning independence score in the experimental class increased from 61.23 to 79.87 with an N-gain of 0.52 (moderate category), while the control class only achieved an N-gain of 0.24. The independent samples t-test produced a value of  $t = 6.14$  with  $p < 0.001$ , and Cohen's  $d$  effect size of 1.14, which was categorized as large. These findings indicate that AI chatbots positioned as digital scaffolding significantly facilitate the development of elementary students' learning independence, particularly through adaptive prompting mechanisms, guiding questions, and immediate feedback that support self-regulated learning processes within the inquiry learning framework.*

*Keywords: AI chatbot, digital scaffolding, learning independence*

### **ABSTRAK**

Rendahnya kemandirian belajar siswa sekolah dasar yang tercermin dari ketergantungan berlebihan pada instruksi guru, minimnya inisiatif eksplorasi, dan lemahnya kemampuan *self-monitoring* dalam proses *inquiry* menjadi persoalan mendasar yang belum tertangani secara sistematis melalui pendekatan teknologi

pendidikan yang tepat sasaran. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penggunaan AI chatbot sebagai *scaffolding* digital terhadap peningkatan kemandirian belajar siswa kelas V sekolah dasar pada mata pelajaran Matematika melalui model pembelajaran *inquiry learning*. Metode yang digunakan adalah *quasi-experimental research* dengan desain *Nonequivalent Control Group Design*, melibatkan 60 siswa kelas V SDN 060914 Sunggal yang terbagi menjadi dua kelompok, yaitu 30 siswa kelas eksperimen dan 30 siswa kelas kontrol, yang dipilih melalui *purposive sampling*; instrumen penelitian mencakup angket kemandirian belajar berskala Likert empat poin, lembar observasi aktivitas *inquiry*, dan dokumentasi interaksi chatbot. Hasil analisis menunjukkan peningkatan rata-rata skor kemandirian belajar kelas eksperimen dari 61,23 menjadi 79,87 dengan N-gain sebesar 0,52 (kategori sedang), sedangkan kelas kontrol hanya mencapai N-gain sebesar 0,24; uji *independent samples t-test* menghasilkan nilai  $t = 6,14$  dengan  $p < 0,001$ , serta *effect size* Cohen's  $d$  sebesar 1,14 yang termasuk kategori besar. Temuan ini menunjukkan bahwa AI chatbot yang diposisikan sebagai *scaffolding* digital secara signifikan mampu memfasilitasi perkembangan kemandirian belajar siswa sekolah dasar, terutama melalui mekanisme *prompting* adaptif, *guiding questions*, dan *immediate feedback* yang mendukung proses regulasi belajar mandiri dalam kerangka *inquiry learning*.

Kata kunci: AI chatbot, digital *scaffolding*, Kemandirian belajar

### **A. Pendahuluan**

Perkembangan kecerdasan buatan generatif (*Generative Artificial Intelligence*) telah membuka peluang baru dalam pendidikan dasar melalui hadirnya chatbot AI yang mampu memberikan interaksi belajar secara adaptif dan personal. Berbeda dengan teknologi digital yang bersifat satu arah, chatbot AI dapat memberikan respons kontekstual, umpan balik langsung, serta dukungan belajar yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa (Baidoo-Anu & Ansah, 2023). Dalam implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan

pembelajaran berpusat pada siswa dan penguatan karakter mandiri, pemanfaatan AI berpotensi mendukung diferensiasi pembelajaran sekaligus meningkatkan kemandirian belajar siswa (Kemendikbudristek, 2022).

Namun, kondisi pembelajaran di sekolah dasar masih menunjukkan rendahnya kemandirian belajar siswa. Hasil observasi awal di SDN 060914 Sunggal pada September 2024 menunjukkan bahwa siswa kelas V masih bergantung pada arahan guru, cenderung menunggu instruksi sebelum memulai tugas, serta kurang

aktif ketika menghadapi kesulitan belajar. Wawancara dengan guru matematika juga menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan melakukan investigasi secara mandiri dalam pembelajaran berbasis inkuiri. Temuan tersebut diperkuat oleh hasil angket yang menunjukkan bahwa 71,4% siswa berada pada kategori kemandirian belajar rendah hingga sangat rendah, terutama pada aspek *self-monitoring* dan inisiatif belajar. Kondisi ini mengindikasikan lemahnya kemampuan *self-regulated learning*, yaitu kemampuan merencanakan, memantau, dan mengevaluasi proses belajar secara mandiri (Zimmerman, 2002).

Huang et al. (2022) yang menunjukkan bahwa AI berbasis metacognitive prompting mampu memperkuat kemampuan *self-regulated learning* peserta didik. Fenomena tersebut dapat dijelaskan melalui teori *Zone of Proximal Development* (ZPD) dan *scaffolding* yang dikemukakan oleh Vygotsky. Menurut Vygotsky (1978), siswa dapat mencapai tingkat perkembangan yang lebih tinggi melalui bantuan pihak yang lebih kompeten. Bantuan tersebut diberikan secara bertahap melalui *scaffolding* hingga siswa

mampu belajar secara mandiri (Wood et al., 1976). Dalam pembelajaran inkuiri, dukungan ini menjadi penting karena siswa dituntut untuk merumuskan pertanyaan, menyusun hipotesis, mengumpulkan data, menganalisis informasi, dan menarik kesimpulan. Akan tetapi, guru sering menghadapi keterbatasan dalam memberikan bantuan individual kepada seluruh siswa secara bersamaan.

Dalam konteks tersebut, chatbot AI berpotensi berperan sebagai *digital scaffolding*. Temuan meta-analisis menunjukkan bahwa computer-based scaffolding memberikan dampak positif terhadap proses belajar, terutama ketika bantuan diberikan secara adaptif sesuai kebutuhan peserta didik (Belland et al., 2017). Sehingga memberikan bantuan belajar secara responsif dan berkelanjutan. Chatbot AI tidak hanya berfungsi sebagai penyedia informasi, tetapi juga dapat memberikan pertanyaan penuntun, petunjuk bertahap, serta umpan balik langsung yang membantu proses berpikir siswa (Roll & Wylie, 2016). Meskipun berbagai penelitian menunjukkan bahwa chatbot berbasis kecerdasan buatan berpotensi meningkatkan

keterlibatan belajar, personalisasi pembelajaran, dan kemampuan self-regulated learning peserta didik (Wollny et al., 2021; Guan et al., 2025), sebagian besar penelitian masih memosisikan chatbot sebagai sumber informasi, tutor virtual, atau pendamping belajar umum. Kajian yang secara eksplisit menempatkan chatbot AI sebagai digital cognitive scaffolding yang memberikan bantuan metakognitif melalui prompting adaptif, guiding questions, dan umpan balik reflektif masih relatif terbatas.

Selain itu, penelitian chatbot pendidikan yang ada umumnya berfokus pada pendidikan menengah dan pendidikan tinggi dengan luaran berupa hasil belajar kognitif, motivasi belajar, penerimaan teknologi, atau persepsi pengguna (Zawacki-Richter et al., 2019; Huang et al., 2022). Penelitian yang menguji pengaruh chatbot AI terhadap kemandirian belajar sebagai outcome utama masih belum banyak ditemukan, khususnya pada siswa sekolah dasar yang memiliki karakteristik perkembangan belajar berbeda dibandingkan peserta didik pada jenjang yang lebih tinggi.

Keterbatasan tersebut semakin terlihat pada konteks pembelajaran inkuiri. Meskipun pembelajaran inkuiri

menuntut kemampuan merencanakan, memantau, dan mengevaluasi proses belajar secara mandiri, penelitian yang mengintegrasikan chatbot AI sebagai scaffolding digital dalam setiap tahapan inquiry learning masih sangat terbatas. Sebagian besar studi mengkaji penggunaan chatbot pada pembelajaran umum tanpa mengaitkannya secara spesifik dengan proses investigasi ilmiah yang menjadi karakteristik utama pembelajaran inkuiri.

Dengan demikian, terdapat tiga kesenjangan penelitian yang belum banyak dikaji. Pertama, kesenjangan empiris, yaitu terbatasnya penelitian eksperimen mengenai penggunaan chatbot AI pada siswa sekolah dasar. Kedua, kesenjangan konseptual, yaitu minimnya penelitian yang memosisikan chatbot sebagai digital cognitive scaffolding untuk mendukung self-regulated learning, bukan sekadar sebagai penyedia informasi atau tutor virtual. Ketiga, kesenjangan kontekstual, yaitu masih terbatasnya penelitian yang mengintegrasikan chatbot AI dalam pembelajaran matematika berbasis inquiry learning dengan fokus pada peningkatan kemandirian belajar

siswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh chatbot AI sebagai digital cognitive scaffolding terhadap kemandirian belajar siswa kelas V dalam pembelajaran matematika berbasis inkuiri.

## **B. Metode Penelitian**

### **3.1 Jenis dan Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi-experimental* dan desain *Nonequivalent Control Group Design*. Desain ini melibatkan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol yang telah terbentuk dalam kelas yang ada tanpa randomisasi individu. Kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran matematika berbasis inkuiri dengan dukungan chatbot AI sebagai *digital cognitive scaffolding*, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran inkuiri tanpa dukungan chatbot AI. Desain penelitian disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Desain Penelitian**

| Kelompok          | Pretest        | Perlakuan | Posttest       |
|-------------------|----------------|-----------|----------------|
| <b>Eksperimen</b> | O <sub>1</sub> | X         | O <sub>2</sub> |
| <b>Kontrol</b>    | O <sub>3</sub> | –         | O <sub>4</sub> |

Keterangan:

O = pengukuran kemandirian belajar;

X = penggunaan chatbot AI sebagai *digital cognitive scaffolding*.

### **3.2 Subjek Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di SDN 060914 Sunggal pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026. Subjek penelitian terdiri atas 60 siswa kelas V yang terbagi ke dalam dua kelas, yaitu kelas VA sebagai kelompok eksperimen ( $n = 30$ ) dan kelas VB sebagai kelompok kontrol ( $n = 30$ ). Sampel dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* dengan mempertimbangkan kesetaraan fasilitas pembelajaran, guru pengampu, dan kemampuan awal siswa. Hasil uji kesetaraan menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada skor pretest antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol ( $t = 0,38$ ;  $p = 0,71$ ), sehingga kedua kelompok dinyatakan memiliki kemampuan awal yang setara.

### **3.3 Variabel Penelitian**

Variabel independen penelitian adalah penggunaan chatbot AI sebagai *digital cognitive scaffolding* dalam pembelajaran matematika berbasis inkuiri. Variabel dependen adalah kemandirian belajar siswa yang diukur berdasarkan indikator *self-regulated learning*, yaitu inisiatif belajar, disiplin belajar, *self-monitoring*, dan

kemampuan *problem solving* mandiri (Zimmerman, 2002).

#### 3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen utama penelitian berupa angket kemandirian belajar yang dikembangkan berdasarkan indikator *self-regulated learning* Zimmerman (2002). Angket terdiri atas 32 butir pernyataan dengan skala Likert empat tingkat. Validitas isi instrumen diuji melalui *expert judgment* menggunakan indeks Aiken's V (Aiken, 1985), dengan nilai berkisar antara 0,78–0,94. Uji reliabilitas menghasilkan koefisien Cronbach's Alpha sebesar 0,91 yang menunjukkan reliabilitas sangat tinggi. Selain angket, penelitian menggunakan lembar observasi untuk memantau aktivitas inkuiri dan interaksi siswa dengan chatbot AI selama pembelajaran. Dokumentasi berupa catatan lapangan, hasil kerja siswa, dan riwayat interaksi chatbot digunakan sebagai data pendukung.

#### 3.5 Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama delapan minggu. Pada tahap awal, kedua kelompok diberikan pretest untuk mengukur kemandirian belajar. Selanjutnya, kelompok eksperimen mengikuti pembelajaran matematika berbasis inkuiri yang terintegrasi

dengan chatbot AI sebagai *digital cognitive scaffolding*, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran inkuiri tanpa dukungan chatbot AI. Chatbot dikonfigurasi untuk memberikan pertanyaan penuntun, umpan balik reflektif, dan dukungan metakognitif yang membantu siswa selama proses investigasi tanpa memberikan jawaban secara langsung. Setelah perlakuan selesai, kedua kelompok diberikan posttest menggunakan instrumen yang sama.

#### 3.6 Teknik Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif dan inferensial menggunakan bantuan perangkat lunak statistik. Uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro–Wilk dan uji homogenitas menggunakan Levene's Test. Perbedaan kemandirian belajar antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dianalisis menggunakan *independent samples t-test* pada taraf signifikansi 0,05. Peningkatan kemandirian belajar dihitung menggunakan *Normalized Gain* (*N-gain*) (Hake, 1998), sedangkan besaran pengaruh perlakuan dianalisis menggunakan Cohen's *d* (Cohen, 1988).

#### **4.1 Implementasi Chatbot AI dalam Pembelajaran Inkuiri**

Pembelajaran pada kelompok eksperimen dilaksanakan selama delapan minggu melalui model pembelajaran inkuiri yang meliputi tahap orientasi, perumusan masalah, investigasi, penyusunan kesimpulan, dan refleksi. Pada setiap tahap, chatbot AI digunakan sebagai *digital cognitive scaffolding* yang memberikan pertanyaan penuntun, umpan balik reflektif, serta bantuan metakognitif tanpa memberikan jawaban secara langsung.

Pada tahap orientasi dan perumusan masalah, chatbot membantu siswa mengembangkan pertanyaan investigasi. Pada tahap investigasi, chatbot memberikan petunjuk bertahap (*graduated hints*) ketika siswa mengalami kesulitan dalam pengumpulan dan analisis data. Pada tahap refleksi, chatbot mendorong siswa mengevaluasi proses belajar melalui pertanyaan yang berfokus pada strategi, kesulitan, dan hasil investigasi yang diperoleh. Dengan demikian, chatbot berfungsi sebagai pendamping belajar yang mendukung proses *self-regulated learning* selama pembelajaran berlangsung.

Sebaliknya, kelompok kontrol mengikuti pembelajaran inkuiri yang sama tanpa dukungan chatbot AI. Bantuan belajar diberikan oleh guru melalui bimbingan kelas dan diskusi kelompok sesuai prosedur pembelajaran yang berlaku.

#### **4.2 Hasil Analisis Kemandirian Belajar**

Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, data diuji menggunakan uji normalitas Shapiro–Wilk dan uji homogenitas Levene. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh data berdistribusi normal ( $p > 0,05$ ) dan memiliki varians yang homogen ( $F = 0,87$ ;  $p = 0,355$ ), sehingga memenuhi syarat untuk dilakukan analisis parametrik.

**Tabel 2. Statistik Deskriptif Kemandirian Belajar**

| Kelompok   | n  | Pretest (SD) | MPosttest M (SD) | N-Gain | Kategori |
|------------|----|--------------|------------------|--------|----------|
| Eksperimen | 30 | 61,23 (8,54) | 79,87 (7,23)     | 0,52   | Sedang   |
| Kontrol    | 30 | 62,10 (8,89) | 70,43 (7,68)     | 0,24   | Rendah   |

Berdasarkan Tabel 2, skor rata-rata pretest kedua kelompok relatif setara. Setelah perlakuan, kelompok eksperimen mengalami peningkatan skor kemandirian belajar yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Nilai *N-gain* kelompok eksperimen berada pada kategori sedang (0,52),

sedangkan kelompok kontrol berada pada kategori rendah (0,24).

**Tabel 3. Hasil Uji Hipotesis dan N-Gain**

| Indikator               | Eksperimen | Kontrol |
|-------------------------|------------|---------|
| Inisiatif Belajar       | 0,58       | 0,27    |
| Disiplin Belajar        | 0,44       | 0,22    |
| Self-Monitoring         | 0,61       | 0,25    |
| Problem Solving Mandiri | 0,47       | 0,23    |

Temuan ini memperkuat hasil penelitian terkini yang menunjukkan bahwa chatbot berbasis kecerdasan buatan dapat meningkatkan keterlibatan belajar, regulasi diri, dan personalisasi pembelajaran melalui pemberian umpan balik yang adaptif. Kajian sistematis terbaru menunjukkan bahwa AI chatbot mampu mendukung proses belajar mandiri karena siswa memperoleh akses terhadap bantuan belajar secara real-time tanpa harus menunggu intervensi guru (Wollny et al., 2021). Temuan tersebut sejalan dengan perkembangan generative AI dalam pendidikan yang memungkinkan pemberian scaffolding secara lebih responsif dan individual dibandingkan media digital konvensional (Baidoo-Anu & Ansah, 2023).

Hasil *independent samples t-test* menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara skor posttest

kelompok eksperimen dan kelompok kontrol,  $t(58) = 6,14$ ;  $p < 0,001$ . Nilai Cohen's  $d$  sebesar 1,14 menunjukkan bahwa penggunaan chatbot AI memberikan pengaruh yang besar terhadap peningkatan kemandirian belajar siswa.

Berdasarkan analisis per indikator, peningkatan tertinggi pada kelompok eksperimen terjadi pada aspek *self-monitoring* (N-gain = 0,61) dan inisiatif belajar (N-gain = 0,58). Sementara itu, indikator disiplin belajar (N-gain = 0,44) dan *problem solving* mandiri (N-gain = 0,47) juga mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol.

### 4.3 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan chatbot AI sebagai *digital cognitive scaffolding* berpengaruh signifikan terhadap kemandirian belajar siswa dalam pembelajaran matematika berbasis inkuiri. Temuan ini mengonfirmasi hipotesis penelitian bahwa integrasi chatbot AI dapat mendukung pengembangan kemampuan belajar mandiri siswa sekolah dasar.

Secara teoritis, hasil tersebut sejalan dengan konsep *scaffolding* yang menjelaskan bahwa siswa dapat

mencapai tingkat perkembangan yang lebih tinggi ketika memperoleh dukungan yang sesuai dengan kebutuhan belajarnya (Vygotsky, 1978; Wood et al., 1976). Dalam penelitian ini, chatbot AI berfungsi sebagai sumber bantuan yang tersedia secara berkelanjutan selama proses inkuiri sehingga siswa memperoleh dukungan belajar secara lebih cepat dan personal dibandingkan pembelajaran konvensional.

Peningkatan tertinggi pada indikator *self-monitoring* menunjukkan bahwa chatbot AI membantu siswa memantau dan mengevaluasi proses berpikirnya selama kegiatan investigasi. Temuan ini mendukung teori *self-regulated learning* yang menempatkan kemampuan pemantauan diri sebagai komponen penting dalam pembentukan kemandirian belajar (Zimmerman, 2002). Melalui pertanyaan reflektif dan umpan balik yang diberikan secara langsung, siswa memperoleh kesempatan untuk mengevaluasi strategi belajar yang digunakan selama proses penyelidikan.

Temuan penelitian ini juga konsisten dengan hasil kajian sistematis Guan et al. (2025) yang

menyimpulkan bahwa chatbot pendidikan berkontribusi terhadap peningkatan *self-regulated learning* melalui dukungan pada aspek perencanaan, pemantauan, dan refleksi belajar. Selain itu, Lee et al. (2025) menemukan bahwa chatbot yang dirancang dengan pendekatan *interactive guidance* mampu meningkatkan regulasi belajar dan keterlibatan siswa selama proses pembelajaran. Kesamaan temuan tersebut menunjukkan bahwa karakteristik utama chatbot, yaitu kemampuan memberikan respons adaptif dan umpan balik secara real-time, berperan penting dalam mendukung kemandirian belajar peserta didik.

Peningkatan pada indikator inisiatif belajar menunjukkan bahwa chatbot AI mendorong siswa untuk lebih aktif mengajukan pertanyaan dan mencari informasi secara mandiri. Temuan ini sejalan dengan Wu dan Chiu (2025) yang menyatakan bahwa AI generatif dapat memperkuat proses *self-regulated learning* melalui dukungan belajar yang bersifat personal dan kontekstual. Karakteristik tersebut memungkinkan siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih sesuai dengan

kebutuhan dan tingkat pemahamannya.

Hasil penelitian ini juga mendukung pandangan Baidoo-Anu dan Ansah (2023) bahwa AI generatif memiliki potensi untuk menciptakan lingkungan belajar yang lebih adaptif dibandingkan media digital konvensional. Dalam konteks penelitian ini, chatbot tidak hanya berfungsi sebagai penyedia informasi, tetapi juga sebagai fasilitator yang membantu siswa mengembangkan proses berpikir dan refleksi selama pembelajaran inkuiri. Temuan tersebut diperkuat oleh Jauhiainen dan Guerra (2024) yang menjelaskan bahwa personalisasi dukungan belajar berbasis AI dapat meningkatkan keterlibatan dan kemandirian siswa dalam proses pembelajaran.

Meskipun demikian, peningkatan pada indikator disiplin belajar dan *problem solving* mandiri cenderung lebih rendah dibandingkan indikator lainnya. Temuan ini mengindikasikan bahwa tidak semua aspek kemandirian belajar dapat dipengaruhi secara langsung oleh penggunaan chatbot AI. Disiplin belajar dan kemampuan pemecahan masalah juga dipengaruhi oleh faktor lain, seperti kebiasaan belajar, lingkungan

keluarga, serta karakteristik individu siswa yang berada di luar jangkauan intervensi penelitian.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi chatbot AI sebagai *digital cognitive scaffolding* dalam pembelajaran matematika berbasis inkuiri mampu meningkatkan kemandirian belajar siswa secara signifikan. Kebaruan penelitian terletak pada pemanfaatan chatbot AI sebagai pendukung proses inkuiri pada siswa sekolah dasar, dengan fokus pada pengembangan kemandirian belajar sebagai aspek *self-regulated learning*. Temuan ini memberikan implikasi bahwa penggunaan AI dalam pendidikan dasar tidak hanya berpotensi meningkatkan hasil belajar kognitif, tetapi juga mendukung pengembangan kompetensi belajar mandiri yang diperlukan dalam pembelajaran abad ke-21.

#### **D. Kesimpulan**

Penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa AI chatbot yang diposisikan dan dikonfigurasi secara pedagogis sebagai scaffolding digital bukan sekadar sumber informasi secara signifikan meningkatkan kemandirian belajar siswa kelas V

sekolah dasar dalam pembelajaran matematika berbasis inquiry learning. Peningkatan yang diperoleh, dengan N-gain 0,52 pada kelompok eksperimen dibandingkan 0,24 pada kelompok kontrol dan effect size Cohen's  $d = 1,14$ , menunjukkan dampak yang bermakna secara statistik sekaligus secara praktikal. Peningkatan paling substansial terjadi pada indikator inisiatif belajar dan self-monitoring dua dimensi SRL yang paling langsung dipengaruhi oleh mekanisme prompting adaptif dan immediate feedback yang menjadi karakteristik khas interaksi chatbot. Hasil ini mengonfirmasi hipotesis penelitian bahwa terdapat pengaruh signifikan penggunaan AI chatbot sebagai scaffolding digital terhadap kemandirian belajar siswa sekolah dasar, dan secara teoritis memperkuat relevansi gagasan Vygotsky tentang mediasi dan scaffolding dalam konteks pembelajaran berteknologi.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131–142.

<https://doi.org/10.1177/0013164485451012>

Baidoo-Anu, D., & Ansah, L. O. (2023). Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning. *Journal of AI*, 7(1), 52–62.

<https://doi.org/10.61969/jai.1337500>

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Guan, Q., Liu, Z., & Chen, Y. (2025). How educational chatbots support self-regulated learning? A systematic review of the literature. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12881-y>

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.

- <https://doi.org/10.1119/1.18809>  
Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107.  
<https://doi.org/10.1080/00461520701263368>  
Huang, J., Saleh, S., & Liu, Y. (2022). A review on artificial intelligence in education. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 11(3), 206–216.  
<https://doi.org/10.36941/ajis-2022-0060>  
Jauhiainen, J. S., & Guerra, A. (2024). Generative AI and education: Dynamic personalization of pupils' school learning material with ChatGPT. *Frontiers in Education*, 9, 1288723.  
<https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1288723>  
Kemendikbudristek. (2022). *Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 56/M/2022 tentang pedoman penerapan kurikulum dalam rangka pemulihan pembelajaran*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.  
Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.  
[https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1)  
Lee, H. Y., Hwang, G. J., & Chen, C. H. (2025). Technology-based interactive guidance to promote learning performance and self-regulation: A chatbot-assisted self-regulated learning approach. *Educational Technology Research and Development*.  
<https://doi.org/10.1007/s11423-025-10478-x>  
Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 582–599.

- <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wollny, S., Schneider, J., Di Mitri, D., Weidlich, J., Rittberger, M., & Drachsler, H. (2021). Are we there yet? A systematic literature review on chatbots in education. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4, 654924. <https://doi.org/10.3389/frai.2021.654924>
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>
- Wu, T. T., & Chiu, P. S. (2025). Integrating learner characteristics and generative AI affordances to enhance self-regulated learning. *Smart Learning Environments*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-025-00308-7>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(39), 1–27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64–70. [https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102\\_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2)