

Chatbot Berbasis Natural Language Processing untuk Layanan Pendidikan

Andi Amin Amirul Mukminin^{*1}, Revi Illya Badri², Nopan Aswandi³

³Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi – Universitas Ibnu Sina, Batam
e-mail: ^{*1}andi.amin@uis.ac.id, ²reviillyabadrstt@gmail.com, ³novan@uis.ac.id

Abstrak

Perkembangan pesat kecerdasan buatan, khususnya model bahasa besar (LLM) generatif, mendorong meluasnya penggunaan chatbot sebagai kanal komunikasi alternatif antara institusi pendidikan dan penggunanya. Artikel ini menyajikan kajian literatur mengenai penerapan chatbot berbasis teknologi *Natural Language Processing* (NLP) dalam layanan pendidikan. Kajian bertujuan memetakan kategori, fungsi, dan teknologi yang mendasari chatbot pendidikan, serta menyintesis manfaat dan tantangan yang dilaporkan pada publikasi terindeks terkini. Metode yang digunakan adalah kajian literatur naratif terhadap tiga belas artikel yang telah melalui tinjauan sejawat dan terindeks Scopus maupun Web of Science, terbit antara tahun 2023 hingga 2025, ditelusuri dari Scopus, Web of Science, Google Scholar, ScienceDirect, dan SpringerLink dengan kata kunci “chatbot”, “natural language processing”, “large language model”, dan “pendidikan”. Hasil kajian menunjukkan bahwa chatbot pendidikan dapat dikategorikan menjadi *chatbot FAQ* berbasis aturan, tutor virtual, chatbot pembelajaran bahasa, dan chatbot generatif berbasis model bahasa besar. Manfaat utama yang teridentifikasi meliputi ketersediaan layanan yang berkelanjutan, personalisasi pembelajaran, dan performa akademik yang kompetitif, sedangkan tantangannya meliputi risiko ketergantungan kognitif, isu integritas akademik, persoalan privasi dan etika data, serta keterbatasan landasan pedagogis pada sebagian besar chatbot pendidikan yang ada. Kajian ini menyimpulkan bahwa diperlukan penelitian empiris lanjutan untuk memvalidasi efektivitas chatbot berbasis NLP dalam konteks pendidikan tinggi di Indonesia serta merumuskan kebijakan institusional bagi penggunaannya secara bertanggung jawab.

Kata kunci— chatbot; pemrosesan bahasa alami; teknologi pendidikan; tutor virtual; kecerdasan buatan

Abstract

The rapid advancement of artificial intelligence, particularly generative large language models (LLMs), has encouraged the widespread adoption of chatbots as an alternative communication channel between educational institutions and their stakeholders. This article presents a literature review on the implementation of chatbots based on *Natural Language Processing* (NLP) technology in educational services. The review aims to map the categories, functions, and technologies underlying educational chatbots, and to synthesize the benefits and challenges reported in recent indexed publications. The method used is a narrative literature review of thirteen peer-reviewed articles indexed in Scopus and Web of Science, published between 2023 and 2025, retrieved from Scopus, Web of Science, Google Scholar, ScienceDirect, and SpringerLink using the keywords “chatbot”, “natural language processing”, “large language model”, and “education”. The results show that educational chatbots can be categorized into rule-based FAQ chatbots, virtual tutors, language-learning chatbots, and generative chatbots based on large language models. The main benefits identified include continuous service availability, personalized learning, and competitive academic performance,

while the main challenges include the risk of cognitive over-reliance, academic integrity concerns, data privacy and ethical issues, and the limited pedagogical grounding of most existing educational chatbots. This review concludes that further empirical research is needed to validate the effectiveness of NLP-based chatbots within the Indonesian higher education context and to establish institutional policies for their responsible use.

Keywords— chatbot; natural language processing; educational technology; virtual tutor; artificial intelligence.

PENDAHULUAN

Transformasi digital di bidang pendidikan telah mendorong institusi pendidikan tinggi untuk menghadirkan layanan yang responsif, personal, dan tersedia sepanjang waktu. Salah satu wujud transformasi tersebut adalah pemanfaatan chatbot, yaitu program percakapan berbasis komputer yang mampu berinteraksi dengan pengguna melalui teks maupun suara dengan memanfaatkan teknologi *Natural Language Processing* (NLP) (Kuhail et al., 2023). Sejak kemunculan model bahasa besar (*Large Language Model/LLM*) generatif seperti ChatGPT pada akhir tahun 2022, minat akademik terhadap penerapan chatbot dalam pendidikan meningkat secara signifikan, sebagaimana ditunjukkan oleh lonjakan jumlah publikasi ilmiah yang membahas topik ini pada rentang tahun 2023 hingga 2025. (Debets et al., 2025; Fütterer et al., 2023).

Berbagai kajian sistematis mutakhir menunjukkan bahwa chatbot telah diterapkan secara luas dalam layanan pendidikan, mulai dari menjawab pertanyaan administratif, membantu proses pembelajaran, hingga berperan sebagai asisten pengajar virtual (Kooli, 2023; Labadze et al., 2023). Kajian oleh (Debets et al., 2025) terhadap 71 publikasi menemukan bahwa chatbot pendidikan sebagian besar digunakan untuk fungsi pengajaran, namun masih minim yang didasarkan pada teori pedagogis yang kuat, serta dampak jangka panjangnya masih kurang dieksplorasi. Sementara itu, (Kuhail et al., 2023) menekankan bahwa desain interaksi antara chatbot dan pengguna menjadi faktor penting yang memengaruhi efektivitas chatbot pendidikan. Meskipun demikian, sebagian besar kajian yang ada masih terfokus pada konteks pendidikan global dan belum banyak menyoroti secara spesifik bagaimana chatbot NLP dapat diterapkan pada layanan pendidikan yang menghadapi keterbatasan sumber daya bahasa lokal. Selain itu, kehadiran chatbot generatif berbasis LLM juga memunculkan tantangan baru yang belum sepenuhnya tersintesis, seperti risiko ketergantungan berlebihan yang dapat menurunkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa (Zhai et al., 2024) isu integritas akademik (Bouteraa et al., 2024; Ibrahim et al., 2023), dan kebutuhan akan kerangka etika baru dalam penerapannya (Williams 2023). Pemetaan kategori dan fungsi chatbot pendidikan secara komprehensif juga masih tersebar pada berbagai kajian terpisah sehingga menyulitkan pengambilan gambaran utuh bagi praktisi maupun pengambil kebijakan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini bertujuan untuk mengkaji secara literatur penerapan chatbot berbasis NLP dalam layanan pendidikan, memetakan kategori dan fungsi utamanya, mengidentifikasi teknologi NLP yang mendasarinya, serta menyintesis manfaat dan tantangan penerapannya berdasarkan publikasi ilmiah terkini. Nilai kebaruan artikel ini terletak pada penggunaan sumber rujukan yang seluruhnya berasal dari publikasi terindeks bereputasi terbitan tahun 2023 ke atas, sehingga mencerminkan perkembangan teknologi dan temuan penelitian paling mutakhir mengenai chatbot generatif berbasis LLM dalam pendidikan, sekaligus menjadi rujukan awal bagi pengembangan chatbot layanan pendidikan di institusi pendidikan tinggi di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Artikel ini menggunakan pendekatan kajian literatur naratif (*narrative literature review*) karena bertujuan memetakan dan mensintesis konsep, kategori, serta temuan dari berbagai penelitian terdahulu tanpa melibatkan pengumpulan data primer. Penelusuran literatur dilakukan melalui basis data akademik bereputasi dan terindeks, yaitu Scopus, Web of Science, Google Scholar, ScienceDirect, dan SpringerLink, dengan menggunakan kombinasi kata kunci “chatbot”, “natural language processing”, “conversational agent”, “large language model”, dan “education” atau “pendidikan”. Untuk menjaga kemutakhiran dan relevansi rujukan terhadap perkembangan teknologi generative AI, penelusuran dibatasi hanya pada artikel yang diterbitkan mulai tahun 2023 hingga 2025, mengikuti pendekatan yang juga digunakan pada kajian sistematis terbaru seperti (Debets et al., 2025) dan (Kuhail et al., 2023).

Kriteria inklusi yang digunakan meliputi: (1) artikel merupakan jurnal ilmiah yang telah melalui proses tinjauan sejawat (*peer-review*) dan terindeks pada basis data bereputasi seperti Scopus atau *Web of Science*, (2) diterbitkan pada tahun 2023 atau setelahnya, (3) membahas secara eksplisit penerapan chatbot atau teknologi NLP dalam konteks pendidikan atau layanan akademik, dan (4) tersedia dalam bahasa Inggris secara penuh. Artikel yang hanya membahas chatbot di luar konteks pendidikan, diterbitkan sebelum tahun 2023, berupa opini tanpa tinjauan sejawat, prosiding non-terindeks, atau makalah pracetak (*preprint*) yang belum melalui tinjauan sejawat dikeluarkan dari kajian untuk menjaga kualitas dan validitas rujukan.

Artikel yang memenuhi kriteria kemudian dibaca secara menyeluruh untuk diekstraksi informasi mengenai kategori chatbot, teknologi NLP yang digunakan, fungsi utama, serta manfaat dan tantangan yang dilaporkan. Hasil ekstraksi tersebut selanjutnya disintesis secara tematik untuk membentuk kategorisasi, pemetaan teknologi, serta pembahasan manfaat dan tantangan pada bagian berikutnya. Sebanyak 13 artikel yang secara konsisten memenuhi seluruh kriteria inklusi digunakan sebagai rujukan utama dalam kajian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil pemetaan kategori chatbot berbasis NLP dalam layanan pendidikan yang diperoleh dari kajian literatur, dilanjutkan dengan pembahasan mengenai teknologi yang mendasarinya, manfaat, serta tantangan penerapannya.

Hasil

Berdasarkan hasil penelusuran dan sintesis literatur, chatbot berbasis NLP yang diterapkan dalam layanan pendidikan dapat dikelompokkan ke dalam empat kategori utama menurut fungsi dan teknologi yang digunakan, sebagaimana dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1 Kategorisasi Chatbot Berbasis NLP dalam Layanan Pendidikan

No.	Kategori Chatbot	Fungsi Utama	Rujukan Representatif
1.	Chatbot FAQ berbasis aturan (<i>rule-based</i>)	Menjawab pertanyaan administratif dan informasi akademik secara instan	Kuhail et al. (2023); Labadze et al. (2023)
2.	<i>Tutor virtual (intelligent tutoring chatbot)</i>	Memberikan bimbingan belajar personal dan umpan balik materi	Merelo et al. (2023); Kuhail et al. (2023)

3.	Chatbot pembelajaran bahasa (<i>language learning</i>)	Melatih keterampilan berbicara dan menulis bahasa asing	Mohamed (2023); Deng & Yu (2023)
4.	Chatbot generatif berbasis model bahasa besar (LLM)	Menjelaskan konsep, memberi latihan soal, dan umpan balik adaptif	Tlili et al. (2023); Fütterer et al. (2023)

Pembahasan

Kategori pertama, yaitu chatbot FAQ berbasis aturan, umumnya memanfaatkan teknik pencocokan pola (*pattern matching*) dan pohon keputusan sederhana untuk menjawab pertanyaan yang bersifat rutin, seperti jadwal perkuliahan, prosedur administrasi, atau informasi pendaftaran. Kelebihan utama kategori ini adalah implementasinya yang relatif sederhana dan biaya pengembangan yang rendah, meskipun kemampuannya terbatas pada skenario percakapan yang telah ditentukan sebelumnya sehingga kurang mampu menangani pertanyaan di luar konteks yang telah diprogramkan (Kuhail et al. 2023). Kategori kedua dan ketiga, yaitu tutor *virtual* dan chatbot pembelajaran bahasa, memanfaatkan teknik NLP yang lebih kompleks seperti klasifikasi intent, pengenalan entitas bernama (*named entity recognition*), dan manajemen dialog untuk memberikan bimbingan belajar yang lebih adaptif terhadap kebutuhan pengguna (Kuhail et al., 2023; Merelo et al., 2024).

Kategori keempat, yaitu chatbot generatif berbasis model bahasa besar (*Large Language Model/LLM*) seperti ChatGPT, merepresentasikan perkembangan paling signifikan dalam teknologi NLP karena kemampuannya menghasilkan respons yang kontekstual dan menyerupai percakapan manusia (Labadze et al. 2023). Chatbot generatif memungkinkan personalisasi pembelajaran yang lebih mendalam, seperti menjelaskan suatu konsep dengan berbagai pendekatan, menghasilkan soal latihan, dan memberikan umpan balik terhadap tugas mahasiswa (Tlili et al., 2023). Meskipun demikian, penggunaannya juga memunculkan tantangan baru, antara lain risiko jawaban yang tidak akurat (halusinasi), ketergantungan berlebihan pada teknologi yang dapat menurunkan kemandirian belajar, serta isu etika terkait keaslian karya akademik (Kooli, 2023).

Secara keseluruhan, penerapan chatbot berbasis NLP dalam layanan pendidikan memberikan sejumlah manfaat, antara lain ketersediaan layanan selama 24 jam, pengurangan beban kerja tenaga pendidik dan staf administrasi, serta kemampuan menjangkau mahasiswa dalam jumlah besar secara bersamaan (Kuhail et al., 2023). Namun demikian, sejumlah tantangan juga perlu menjadi perhatian, terutama keterbatasan pemahaman konteks percakapan yang kompleks, isu privasi dan keamanan data pengguna, serta minimnya sumber daya korpus dan model NLP yang dilatih khusus untuk Bahasa Indonesia dibandingkan dengan bahasa Inggris (Debets et al. 2025). Oleh karena itu, pengembangan chatbot layanan pendidikan di Indonesia perlu mempertimbangkan pendekatan hibrida yang menggabungkan kemampuan generatif model bahasa besar dengan basis pengetahuan institusional yang tervalidasi, guna menjaga akurasi informasi sekaligus relevansi terhadap konteks lokal.

1. Teknologi *Natural Language Processing* yang Mendasari Chatbot Pendidikan

Secara teknis, chatbot pendidikan generasi terbaru dibangun di atas beberapa komponen NLP utama. Komponen pertama adalah klasifikasi intent (*intent classification*), yang berfungsi mengidentifikasi maksud pengguna dari kalimat yang diketikkan, misalnya membedakan antara pertanyaan seputar jadwal ujian dengan permintaan penjelasan materi (Kuhail et al., 2023). Komponen kedua adalah pengenalan entitas bernama (*named entity recognition*), yang mengekstraksi informasi spesifik seperti nama mata kuliah, tanggal, atau kode kelas dari teks

pengguna. Komponen ketiga adalah model embedding dan pencarian semantik (*semantic search*), yang memungkinkan chatbot mencocokkan pertanyaan pengguna dengan basis pengetahuan institusional meskipun redaksi pertanyaannya berbeda dari basis data yang tersedia.

Perkembangan paling signifikan dalam beberapa tahun terakhir adalah adopsi arsitektur transformer pada model bahasa besar (LLM), yang memungkinkan chatbot menghasilkan respons yang jauh lebih kontekstual, koheren, dan menyerupai percakapan manusia dibandingkan chatbot berbasis aturan generasi sebelumnya (Fütterer et al., 2023). (Debets et al., 2025) mencatat bahwa platform pengembangan turut membentuk kapabilitas teknologi chatbot, dan sebagian besar chatbot pendidikan yang mereka kaji masih belum didasarkan pada kerangka pedagogis yang eksplisit, sehingga integrasi teori pembelajaran ke dalam desain teknis chatbot menjadi area yang perlu diperkuat. Selain itu, pendekatan *retrieval-augmented generation* (RAG), yakni menggabungkan kemampuan generatif LLM dengan basis pengetahuan institusional yang dapat diverifikasi, mulai banyak diadopsi untuk mengurangi risiko chatbot menghasilkan jawaban yang tidak akurat namun meyakinkan (fenomena yang dikenal sebagai halusinasi), sebagaimana relevan dengan temuan pada kajian performa ChatGPT di lingkungan akademik (Ibrahim et al., 2023).

2. Manfaat dan Tantangan Penerapan Chatbot Berbasis NLP dalam Layanan Pendidikan

Sintesis dari ketigabelas publikasi yang dikaji menunjukkan sejumlah manfaat yang konsisten dilaporkan dari penerapan chatbot berbasis NLP dalam layanan pendidikan, mulai dari ketersediaan layanan yang berkelanjutan, personalisasi pembelajaran, hingga performa akademik yang kompetitif. Di sisi lain, kajian-kajian terbaru juga mengungkap sejumlah tantangan yang perlu diwaspadai, terutama terkait ketergantungan kognitif, integritas akademik, dan kelemahan landasan pedagogis. Rangkuman manfaat dan tantangan tersebut beserta rujukannya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Manfaat dan Tantangan Chatbot Berbasis NLP dalam Layanan Pendidikan Menurut Literatur Terindeks Tahun 2023–2025

No.	Aspek	Temuan Utama	Rujukan
1.	Ketersediaan Layanan	Chatbot generatif mampu melayani pertanyaan mahasiswa secara berkelanjutan tanpa batasan jam kerja	Labadze et al. (2023)
2.	Personalisasi Pembelajaran	Chatbot berbasis LLM memberikan penjelasan dan umpan balik yang disesuaikan dengan kebutuhan individu mahasiswa	Mohamed (2023)
3.	Performa Akademik	ChatGPT menunjukkan performa yang sebanding, bahkan melampaui mahasiswa, pada berbagai mata kuliah universitas	Ibrahim et al. (2023)
4.	Ketergantungan Kognitif	Penggunaan chatbot yang berlebihan berisiko menurunkan kemampuan berpikir kritis dan analitis mahasiswa	Zhai et al. (2024)
5.	Integritas Akademik	Kemudahan akses chatbot generatif meningkatkan risiko pelanggaran integritas akademik apabila tidak diiringi kebijakan yang jelas	Bouterraa et al. (2024)
6.	Landasan Pedagogis dan Etika	Sebagian besar chatbot pendidikan belum didasarkan pada teori pedagogis yang eksplisit dan memerlukan kerangka etika baru	Debets et al. (2025); Williams (2024)

3. Tantangan dan Risiko Penerapan

Tantangan pertama adalah risiko ketergantungan kognitif. (Zhai et al., 2024) melalui tinjauan sistematis terhadap 14 artikel menemukan bahwa ketergantungan berlebihan pada sistem dialog berbasis AI dapat melemahkan kemampuan berpikir kritis, pengambilan keputusan, dan penalaran analitis mahasiswa, karena pengguna cenderung menerima jawaban yang dihasilkan AI tanpa melakukan verifikasi lebih lanjut. Tantangan kedua berkaitan dengan integritas akademik; (Bouteraa et al., 2024) menemukan bahwa tingkat integritas mahasiswa memoderasi hubungan antara niat perilaku dan penggunaan aktual ChatGPT, sehingga institusi perlu merumuskan kebijakan akademik yang jelas untuk mengiringi adopsi chatbot generatif. Sejalan dengan itu, (Ibrahim et al., 2023) yang menguji performa ChatGPT pada 32 mata kuliah universitas menemukan bahwa kemampuan alat pendeteksi AI saat ini masih terbatas, sehingga potensi penyalahgunaan chatbot untuk menyelesaikan tugas akademik sulit diidentifikasi secara pasti. Tantangan ketiga adalah aspek etika dan privasi data. (Williams 2023). menyoroti bahwa penanganan data mahasiswa yang sensitif oleh chatbot generatif menghadirkan tantangan privasi yang signifikan dan menuntut kepatuhan terhadap regulasi perlindungan data, di samping risiko bias algoritmik dan dampaknya terhadap efikasi diri akademik mahasiswa. Tantangan keempat adalah keterbatasan landasan pedagogis; (Debets et al., 2025) mencatat bahwa dari 71 publikasi yang mereka kaji, sebagian besar *chatbot* pendidikan dikembangkan tanpa dasar teori pembelajaran yang eksplisit dan evaluasi dampaknya masih berfokus pada persepsi jangka pendek, sehingga dampak jangka panjang terhadap capaian belajar mahasiswa masih belum banyak diketahui.

4. Arah Penelitian Mendatang

Berdasarkan sintesis di atas, terdapat beberapa arah penelitian yang perlu mendapat perhatian pada masa mendatang. Pertama, diperlukan kajian empiris yang secara khusus mengevaluasi efektivitas chatbot berbasis NLP dalam konteks layanan pendidikan di Indonesia, mengingat sebagian besar rujukan yang tersedia masih berbasis konteks pendidikan global (Kuhail et al., 2023) Kedua, penelitian mendatang perlu merumuskan kerangka evaluasi dampak jangka panjang chatbot terhadap capaian belajar, bukan sekadar persepsi kepuasan pengguna, sebagaimana disarankan oleh (Debets et al. 2025). Ketiga, pengembangan kebijakan institusional mengenai batasan dan etika penggunaan chatbot generatif perlu dirumuskan secara eksplisit untuk mengantisipasi risiko ketergantungan kognitif (Zhai et al. 2024). dan pelanggaran integritas akademik (Bouteraa et al. 2024). Keempat, integrasi pendekatan *retrieval augmented generation* dengan basis pengetahuan institusional berbahasa Indonesia dapat menjadi arah pengembangan teknis yang menjanjikan untuk meningkatkan akurasi dan relevansi kontekstual chatbot layanan pendidikan di masa depan.

SIMPULAN

Kajian literatur ini menunjukkan bahwa chatbot berbasis *Natural Language Processing* telah diterapkan secara luas dalam layanan pendidikan dan dapat dikategorikan menjadi chatbot FAQ berbasis aturan, tutor virtual, chatbot pembelajaran bahasa, dan chatbot generatif berbasis model bahasa besar. Setiap kategori memiliki fungsi dan teknologi pendukung yang berbeda, dengan manfaat utama berupa ketersediaan layanan yang berkelanjutan, personalisasi pembelajaran, dan performa akademik yang kompetitif sebagaimana dilaporkan pada berbagai publikasi terindeks tahun 2023-2025. Di sisi lain, kajian ini juga mengidentifikasi sejumlah tantangan penting yang perlu diperhatikan, yaitu risiko ketergantungan kognitif, isu integritas akademik, kebutuhan kerangka etika dan privasi data, serta keterbatasan landasan pedagogis pada sebagian besar chatbot pendidikan yang telah dikembangkan.

Kontribusi artikel ini adalah menyediakan kerangka kategorisasi chatbot pendidikan beserta pemetaan teknologi, manfaat, dan tantangannya yang bersumber murni dari publikasi terindeks bereputasi terbitan tahun 2023 ke atas, sehingga dapat menjadi acuan awal yang

mutakhir bagi pengembang maupun pengambil kebijakan di institusi pendidikan tinggi. Mengingat kajian ini bersifat literatur dan belum melibatkan pengujian empiris, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan validasi lapangan terhadap efektivitas *chatbot* NLP pada konteks layanan pendidikan di Indonesia, merumuskan kerangka evaluasi dampak jangka panjang terhadap capaian belajar, serta merumuskan kebijakan institusional mengenai batasan etis penggunaan *chatbot* generatif guna mengantisipasi risiko ketergantungan kognitif dan pelanggaran integritas akademik.

SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian empiris terkait efektivitas *chatbot* berbasis Natural Language Processing (NLP) dalam konteks pendidikan di Indonesia, khususnya terhadap kualitas layanan akademik dan pengalaman belajar pengguna. Pengembangan *chatbot* juga perlu diarahkan pada integrasi teknologi *Large Language Model* (LLM) dengan basis pengetahuan institusi untuk meningkatkan akurasi dan relevansi respons. Selain itu, aspek pedagogis, etika penggunaan, perlindungan data, serta pengembangan model NLP yang lebih adaptif terhadap Bahasa Indonesia perlu menjadi perhatian agar penerapan *chatbot* pendidikan dapat dilakukan secara efektif dan bertanggung jawab.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bouteraa, M., Bin-Nashwan, S. A., Al-Daihani, M., Dirie, K. A., Benlahcene, A., Sadallah, M., Zaki, H. O., Lada, S., Ansar, R., Fook, L. M., & Chekima, B. (2024). Understanding the diffusion of AI-generative (ChatGPT) in higher education: Does students' integrity matter? *Computers in Human Behavior Reports*, 14. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100402>
2. Debets, T., Banihashem, S. K., Joosten-Ten Brinke, D., Vos, T. E. J., Maillette de Buy Wenniger, G., & Camp, G. (2025). Chatbots in education: A systematic review of objectives, underlying technology and theory, evaluation criteria, and impacts. *Computers and Education*, 234. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105323>
3. Fütterer, T., Fischer, C., Alekseeva, A., Chen, X., Tate, T., Warschauer, M., & Gerjets, P. (2023). ChatGPT in education: global reactions to AI innovations. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42227-6>
4. Ibrahim, H., Liu, F., Asim, R., Battu, B., Benabderrahmane, S., Alhafni, B., Adnan, W., Alhanai, T., AlShebli, B., Baghdadi, R., Bélanger, J. J., Beretta, E., Celik, K., Chaqfeh, M., Daqaq, M. F., Bernoussi, Z. El, Fougne, D., Garcia de Soto, B., Gandolfi, A., ... Zaki, Y. (2023). Perception, performance, and detectability of conversational artificial intelligence across 32 university courses. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38964-3>
5. Kooli, C. (2023). Chatbots in Education and Research: A Critical Examination of Ethical Implications and Solutions. *Sustainability (Switzerland)*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/su15075614>
6. Kuhail, M. A., Alturki, N., Alramlawi, S., & Alhejori, K. (2023). Interacting with educational chatbots: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 28(1), 973–1018. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11177-3>
7. Labadze, L., Grigolia, M., & Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: systematic literature review. In *International Journal of Educational Technology in Higher Education* (Vol. 20, Number 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1>
8. Merelo, J. J., Castillo, P. A., Mora, A. M., Barranco, F., Abbas, N., Guillén, A., & Tsivitanidou, O. (2024). Chatbots and messaging platforms in the classroom: An analysis from the teacher's perspective. *Education and Information Technologies*, 29(2), 1903–1938. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11703-x>

9. Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
10. Williams, R. T. (2023). The ethical implications of using generative chatbots in higher education. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1331607>
11. Zhai, C., Wibowo, S., & Li, L. D. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: a systematic review. *Smart Learning Environments*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00316-7>