

Studi Dampak Penerapan Teknologi Artificial Intelligence terhadap Pemahaman Mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro di Universitas Negeri Medan

Syaifullah¹, Adhinda Chyntia Gunawan²

¹²Prodi-S1 Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan

ARTICLE INFO

Article history:

Received November 17, 2024

Revised November 19, 2024

Accepted November 29, 2024

Available online 8 December, 2024

Keywords:

Teknologi AI, Dampak penggunaan, Pemahaman mahasiswa

Keywords:

AI technology, Impact of use, Student understanding



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2024 by Author. Published by Yayasan Daarul Huda

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi seberapa besar dampak penggunaan AI terhadap pemahaman mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Medan. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui pembagian formulir Google. Pertanyaan diberikan kepada responden, yang dapat digunakan untuk menentukan jawaban mereka. Pada penelitian ini, 47 responden adalah mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro. Penelitian ini menemukan bahwa pemahaman mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro sangat dipengaruhi oleh teknologi AI.

ABSTRACT

The purpose of this study is to evaluate how much impact the use of AI has on the understanding of students of the Electrical Engineering Education Department, State University of Medan. This study uses a qualitative descriptive approach with data collection techniques through the distribution of Google forms. Questions are given to respondents, which can be used to determine their answers. In this study, 20 respondents were students of the Electrical Engineering Education Department. This study found that the understanding of students of the Electrical Engineering Education Department is greatly influenced by AI technology.

PENDAHULUAN

Kecerdasan buatan (AI) adalah teknologi yang banyak digunakan di berbagai industri, termasuk pendidikan, di era revolusi industri keempat. Saat ini terdapat banyak potensi untuk meningkatkan proses pembelajaran berkat penggunaan AI dalam dunia pendidikan, terutama dalam bidang sains dan teknik. Selain menawarkan sumber daya pembelajaran yang dipersonalisasi, kecerdasan buatan (AI) juga dapat memberikan penilaian yang lebih cepat dan lebih tepat yang membantu dalam pemahaman ide-ide teknis yang sulit (García-Martínez, 2020). Melalui pemahaman yang lebih mendalam tentang materi yang ditawarkan, AI dapat meningkatkan hasil belajar, meningkatkan keterlibatan siswa, dan meningkatkan motivasi belajar, menurut beberapa penelitian (Zawacki-Richter et al., 2019).

Menguasai ide-ide fundamental seperti rangkaian listrik, analisis sinyal, dan pemrograman perangkat keras dalam konteks pendidikan teknik elektro membutuhkan pengetahuan yang mendalam dan kemampuan pemecahan masalah yang kuat. Simulasi interaktif, sistem bimbingan belajar cerdas, dan platform pembelajaran berbasis AI lainnya yang mendukung proses belajar-mengajar dengan cara yang responsif dan adaptif adalah beberapa cara yang dapat digunakan siswa untuk meningkatkan pemahaman mereka dengan menggunakan teknologi AI (*International Journal of STEM Education*, 2021).

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menganalisis dampak teknologi AI terhadap pemahaman mahasiswa teknik di Jurusan Pendidikan Teknik Universitas Negeri Medan. Diharapkan bahwa dengan penelitian ini akan memberikan contoh yang jelas tentang seberapa efektif teknologi AI dalam meningkatkan proses pembelajaran, terutama dalam hal meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan analitis siswa. Selain itu, diharapkan hasil penelitian ini dapat berkontribusi pada pengembangan kurikulum perguruan tinggi, khususnya di bidang teknologi elektroteknik, dengan mengintegrasikan teknologi AI untuk memberikan hasil yang lebih cepat dari tantangan dunia kerja modern.

*Corresponding Author

Email: syaifullah.5221131002@mhs.unimed.ac.id, adhinda.5223131011@mhs.unimed.ac.id

KAJIAN TEORI

Teknologi Artificial Intelligence (AI)

AI adalah bidang ilmu yang memungkinkan komputer atau mesin melakukan hal-hal yang membutuhkan kecerdasan manusia, seperti pemrosesan bahasa alami, pembelajaran, pengenalan suara, dan pengambilan keputusan. Russell dan Norvig (2016) menyatakan bahwa kecerdasan buatan terdiri dari dua kategori: kecerdasan buatan lemah, yang dibuat untuk melakukan fungsi tertentu; dan kecerdasan buatan kuat, yang memiliki kemampuan berpikir dan memahami setara dengan manusia. Dengan adanya teknologi seperti pemrosesan bahasa alami (natural language processing atau NLP) dan pembelajaran mesin (machine learning), AI semakin berkembang dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan (Dillenbourg, 2019).

Teknologi AI menyediakan lingkungan belajar yang memungkinkan eksplorasi dan eksperimen, memperkuat keterlibatan, dan mendukung proses berpikir kritis (Freeman et al., 2014). Penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis AI dapat secara signifikan meningkatkan hasil belajar siswa dalam mata pelajaran teknik dan sains yang kompleks (Hwang et al., 2020).

Konsep Dasar Kecerdasan Buatan (AI) dalam Pendidikan

Penggunaan teknologi yang memungkinkan sistem komputer untuk mensimulasikan atau meningkatkan kapasitas kognitif manusia dalam lingkungan pembelajaran dikenal sebagai kecerdasan buatan (AI) dalam pendidikan. Analisis pembelajaran, pembelajaran adaptif, dan sistem bimbingan belajar yang cerdas adalah contoh-contoh teknologi AI yang sering digunakan dalam dunia pendidikan. AI meningkatkan keterlibatan siswa, memungkinkan untuk menciptakan pengalaman belajar yang disesuaikan dengan kebutuhan setiap siswa, dan membantu mereka memahami materi yang sulit. Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa melalui dukungan pembelajaran berbasis data dan pengenalan konsep yang dipersonalisasi, AI dapat meningkatkan hasil belajar siswa dalam mata pelajaran teknis. Sebagai contoh, penggunaan sistem bimbingan belajar cerdas telah terbukti efektif dalam memberikan pembelajaran yang disesuaikan dengan kecepatan dan gaya belajar individu, yang dapat memperkuat pemahaman konsep-konsep kompleks dalam teknik elektro.

Peran AI dalam Pendidikan Teknik Elektro

Penggunaan teknologi yang memungkinkan sistem komputer untuk mensimulasikan atau meningkatkan kapasitas kognitif manusia dalam lingkungan pembelajaran dikenal sebagai kecerdasan buatan (AI) dalam pendidikan. Analisis pembelajaran, pembelajaran adaptif, dan sistem bimbingan belajar cerdas adalah contoh-contoh teknologi AI yang sering digunakan dalam dunia pendidikan (Holmes et al., 2019). AI meningkatkan keterlibatan siswa, memungkinkan pengalaman belajar yang disesuaikan dengan kebutuhan setiap siswa, dan membantu mereka memahami materi yang sulit. Penelitian menunjukkan bahwa melalui dukungan pembelajaran berbasis data dan pengenalan konsep yang dipersonalisasi, AI dapat meningkatkan hasil belajar siswa dalam mata pelajaran teknis (Luckin et al., 2016). Sebagai contoh, penggunaan sistem bimbingan belajar cerdas terbukti efektif dalam memberikan pembelajaran yang sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar individu, yang memperkuat pemahaman konsep-konsep kompleks, seperti teknik elektro (VanLehn, 2011).

AI menjanjikan peningkatan pemahaman siswa terhadap konsep sulit, seperti sirkuit, pemrograman, dan teori sistem dalam teknik elektro. Siswa dapat memanfaatkan analisis data untuk menerima umpan balik instan dan simulasi real-time interaktif. Menurut penelitian oleh Hwang et al. (2020), AI dalam pendidikan teknik meningkatkan aksesibilitas dan pemahaman siswa melalui pembelajaran berbasis pengalaman tanpa memerlukan laboratorium fisik secara terus-menerus. Alat seperti laboratorium virtual dan simulasi telah terbukti efektif meningkatkan pemahaman tentang ide-ide teknik kelistrikan yang menantang. Simulasi ini membantu siswa memahami konsep abstrak melalui eksperimen dan visualisasi (Anderson & Winne, 2017).

Pemahaman Mahasiswa dalam Pembelajaran Berbasis AI

Dalam konteks pendidikan, pemahaman siswa adalah proses internalisasi pengetahuan yang memungkinkan penerapan kritis dalam dunia nyata, di luar sekadar mengetahui konsep-konsepnya (Chi et al., 2018). Teori konstruktivis menyatakan bahwa pembelajaran terjadi saat siswa aktif menciptakan informasi baru dari pengalaman sebelumnya. Oleh karena itu, alat AI yang memfasilitasi eksplorasi mandiri, seperti laboratorium virtual atau simulasi, membantu mahasiswa teknik elektro mendapatkan pemahaman yang lebih dalam (Bransford et al., 2000).

Pendekatan berbasis AI dalam pembelajaran memungkinkan mahasiswa untuk menerima umpan balik instan, yang penting untuk memperbaiki kesalahan dan memperdalam pemahaman. Sebagai contoh, laboratorium virtual berbasis AI memungkinkan mahasiswa teknik elektro untuk memvisualisasikan dan menguji konsep-konsep abstrak seperti arus listrik atau desain sirkuit tanpa memerlukan laboratorium fisik (Holmes et al., 2019). Dari perspektif teori konstruktivis, pembelajaran terjadi ketika siswa secara aktif mengkonstruksi pengetahuan baru berdasarkan pengalaman sebelumnya (Bransford et al., 2000).

Dalam pembelajaran berbasis AI, hal ini dicapai melalui alat-alat seperti simulasi berbasis skenario dan sistem tutor cerdas yang disesuaikan dengan kecepatan dan gaya belajar masing-masing individu (VanLehn, 2011). Dengan adanya pembelajaran yang disesuaikan, mahasiswa dapat mengeksplorasi konsep secara mendalam, yang membantu dalam menciptakan pemahaman yang lebih bermakna. Selain itu, teori pembelajaran aktif, yang menekankan pentingnya keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, mendukung integrasi AI untuk memperbaiki pemahaman siswa.

Manfaat Teknologi AI bagi Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro

1. Peningkatan Pemahaman Materi: Teknologi AI membantu mahasiswa memahami materi yang sulit melalui penjelasan interaktif dan personalisasi pembelajaran Rahman (2021),
2. Meningkatkan Motivasi Belajar: Dengan adanya AI, mahasiswa merasa lebih termotivasi untuk belajar karena teknologi ini membuat pembelajaran lebih menarik dan efisien Wong et al. (2020),
3. Peningkatan Keterampilan Teknis: Teknologi AI mendukung penguasaan keterampilan analisis data, simulasi teknik, dan penyelesaian masalah kompleks yang penting dalam bidang teknik elektro.
4. Pengembangan Keterampilan Mandiri: AI memungkinkan mahasiswa untuk belajar sesuai kecepatan dan kebutuhan mereka sendiri, sehingga meningkatkan kemampuan belajar mandiri Kusuma (2023).

Tantangan dalam Penerapan Teknologi AI

Beberapa tantangan yang dihadapi dalam penerapan teknologi AI di lingkungan pendidikan teknik elektro meliputi:

1. Penyesuaian Kurikulum: Dosen perlu merancang kurikulum yang relevan dengan perkembangan teknologi AI agar mahasiswa tidak hanya memahami teori, tetapi juga dapat mengaplikasikan teknologi ini dalam proyek nyata Smith dan Johnson (2021)
2. Kesulitan Adaptasi Teknologi: Beberapa mahasiswa mungkin merasa kesulitan untuk mengadopsi teknologi baru, terutama jika mereka belum terbiasa menggunakan AI dalam pembelajaran.
3. Keterbatasan Infrastruktur: Penerapan AI memerlukan dukungan infrastruktur seperti perangkat keras, perangkat lunak, dan koneksi internet yang memadai, yang terkadang menjadi hambatan Mulyadi (2022).

Pengaruh terhadap Kompetensi dan Keahlian Lulusan

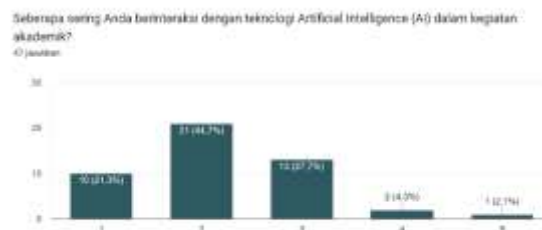
1. Penelitian dan Inovasi: Menggunakan AI untuk melakukan simulasi dan **analisis** data dalam pengembangan teknologi baru.
2. Pengembangan Produk: Memanfaatkan AI dalam menciptakan solusi teknik yang inovatif dan efisien.
3. Kompetensi Industri: Menguasai kemampuan otomatisasi dan analitik yang menjadi kebutuhan utama di dunia kerja saat ini.

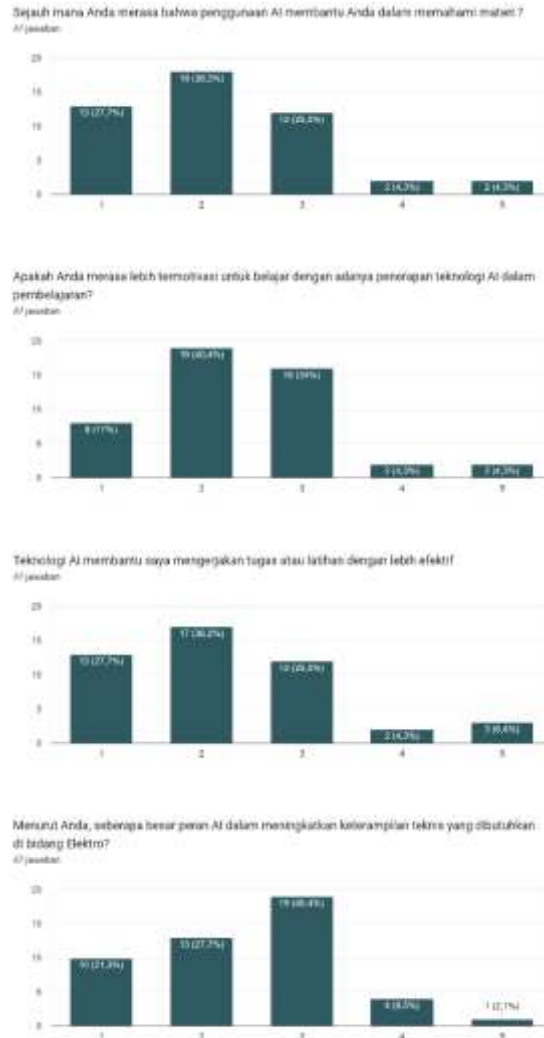
Lulusan dengan keterampilan ini diharapkan dapat berkontribusi lebih besar dalam pengembangan teknologi di Indonesia serta memiliki daya saing yang tinggi di pasar kerja global, Sebagaimana dinyatakan oleh Jones et al. (2020).

METODE PENELITIAN

Peneliti menggunakan penelitian deskriptif kualitatif untuk menganalisis Studi Dampak Penerapan Teknologi *Artificial Intelligence* Terhadap Pemahaman Mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Di Universitas Negeri Medan. Populasi yang digunakan pada penelitian ini adalah mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro di Universitas Negeri Medan, dengan sampel sebanyak 47 responden mahasiswa yang memiliki pengalaman dengan AI. Instrumen penelitian yang digunakan ialah dengan membagikan google form dan memberikan pertanyaan dan dapat dijawab langsung oleh responden sesuai jawaban mereka masing-masing.

Gambar Dan Grafik





HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Frekuensi Interaksi dengan AI dalam Kegiatan Akademik

Sebagian besar responden (44,7%) menunjukkan tingkat interaksi moderat dengan teknologi AI, sedangkan 27,7% berada pada tingkat interaksi menengah. Hanya sedikit yang sering berinteraksi dengan AI (6,4% pada skala 4 dan 5). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun AI mulai diintegrasikan ke dalam kegiatan akademik, penerapannya belum merata atau optimal di kalangan siswa. Penelitian oleh Jormanainen et al. (2020) menyebutkan bahwa adopsi AI dalam pendidikan dipengaruhi oleh tingkat aksesibilitas teknologi dan kesiapan siswa serta pendidik, yang seringkali menjadi kendala di berbagai wilayah.

2. Bantuan AI dalam Memahami Materi

Responden mayoritas menilai bantuan AI dalam memahami materi pada tingkat menengah hingga rendah, dengan 38,3% memilih skala 2 dan 27,7% pada skala 1. Hanya 8,6% yang merasa AI sangat membantu (skala 4 dan 5). Ini menunjukkan bahwa teknologi AI masih memiliki keterbatasan dalam memberikan pemahaman yang mendalam. Menurut penelitian Zawacki-Richter et al. (2019), pemanfaatan AI dalam pembelajaran lebih efektif ketika didukung oleh kurikulum yang terstruktur, konten yang relevan, dan kemampuan siswa untuk memanfaatkan fitur-fitur teknologi tersebut.

3. Motivasi Belajar dengan Penerapan AI

Sebanyak 40,4% responden merasa penerapan AI memberikan motivasi belajar yang sedang (skala 2), diikuti 34% pada skala 3. Namun, 17% merasa tidak termotivasi sama sekali (skala 1), sementara responden yang merasa sangat termotivasi sangat sedikit (8,6% pada skala 4 dan 5). Hal ini mengindikasikan bahwa AI memiliki potensi untuk meningkatkan motivasi belajar, tetapi dampaknya belum dirasakan secara signifikan oleh mayoritas siswa. Penelitian oleh Wang et al. (2021) menunjukkan bahwa penerapan AI yang berbasis personalisasi dapat meningkatkan motivasi siswa, terutama ketika sistem AI mampu memberikan umpan balik yang spesifik dan mendukung pembelajaran yang adaptif.

4. Efektivitas AI dalam Mengerjakan Tugas atau Latihan

Sebanyak (36,2%) responden menilai AI cukup efektif (skala 2), diikuti oleh 27,7% yang merasa kurang efektif (skala 1). Sebaliknya, hanya 10,6% yang menilai AI sangat efektif (skala 4 dan 5). Data ini menunjukkan bahwa meskipun AI membantu dalam menyelesaikan tugas, efektivitasnya belum maksimal. Penelitian oleh Holmes et al. (2019) menemukan bahwa efektivitas AI dalam menyelesaikan tugas akademik dipengaruhi oleh desain antarmuka yang ramah pengguna dan tingkat pemahaman siswa terhadap teknologi tersebut.

5. Peran AI dalam Meningkatkan Keterampilan Teknis di Bidang Elektro

Sebanyak 40,4% responden menyatakan AI cukup berperan dalam meningkatkan keterampilan teknis (skala 3), tetapi 49% menilai peran AI rendah (skala 1 dan 2). Hanya 10,6% yang merasa perannya sangat signifikan (skala 4 dan 5). Hal ini menandakan bahwa pemanfaatan AI di bidang keterampilan teknis, seperti elektro, masih kurang optimal. Menurut penelitian oleh Huang et al. (2020), AI memiliki potensi besar dalam meningkatkan keterampilan teknis, terutama melalui simulasi virtual dan platform pembelajaran interaktif. Namun, keberhasilan implementasi ini bergantung pada ketersediaan perangkat lunak yang sesuai dengan kebutuhan teknis siswa.

SIMPULAN

Penerapan teknologi AI dalam pendidikan memiliki potensi besar untuk mendukung proses pembelajaran dan pengembangan keterampilan teknis siswa. Namun, tantangan seperti aksesibilitas, relevansi konten, dan kesiapan siswa serta pendidik menjadi kendala utama yang perlu diatasi. Dengan merujuk pada penelitian sebelumnya, penting untuk merancang program berbasis AI yang lebih terarah dan sesuai dengan kebutuhan siswa di berbagai bidang studi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap 47 responden mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro di Universitas Negeri Medan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknologi AI memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pemahaman mahasiswa. Teknologi AI terbukti efektif dalam membantu mahasiswa mengerjakan soal yang sulit, memperjelas pemahaman terhadap materi yang sulit dicerna, serta meningkatkan motivasi belajar. AI juga berkontribusi dalam peningkatan keterampilan praktis mahasiswa, dengan banyak mahasiswa merasakan keterkaitan yang baik antara materi yang diajarkan oleh dosen dan materi yang ditemukan melalui pencarian dengan AI.

Namun, penerapan teknologi AI tidak lepas dari tantangan. Kurikulum yang sesuai dengan perkembangan teknologi AI perlu dirancang oleh dosen agar mahasiswa tidak hanya menguasai teori, tetapi juga mampu mengaplikasikan AI dalam dunia nyata, terutama dalam bidang teknik elektro. Selain itu, kesulitan adaptasi teknologi di kalangan beberapa mahasiswa yang belum terbiasa dengan AI dan keterbatasan infrastruktur juga menjadi tantangan yang perlu diatasi. Dalam hal pengaruh terhadap keahlian lulusan, penerapan AI diharapkan dapat mempersiapkan mahasiswa untuk lebih siap menghadapi dunia kerja, khususnya dalam bidang yang membutuhkan keahlian analisis data, otomatisasi, serta pengembangan produk berbasis teknologi.

SARAN

1. Dosen di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro disarankan untuk merancang dan memperbarui kurikulum yang dapat mengakomodasi perkembangan teknologi AI. Kurikulum harus tidak hanya mengajarkan teori tetapi juga memberikan ruang bagi mahasiswa untuk mempraktikkan aplikasi AI dalam konteks teknik elektro, guna mempersiapkan mereka untuk tantangan dunia kerja yang lebih kompleks.
2. Untuk membantu mahasiswa yang belum terbiasa dengan teknologi AI, disarankan untuk memberikan pelatihan atau workshop secara berkala, serta menyediakan tutorial atau panduan penggunaan AI yang mudah diakses.
3. Untuk lebih mengoptimalkan penguasaan AI, disarankan untuk meningkatkan kolaborasi antara universitas dan industri. Ini dapat mencakup program magang, proyek bersama, atau penggunaan teknologi AI di laboratorium, yang dapat memberi mahasiswa pengalaman langsung dalam menerapkan AI dalam proyek-proyek teknik elektro yang nyata.

REFERENSI

- Ismawati, N. A., & Ramadhanti, S. (2022). Penerapan Artificial Intelligence Dalam Mendukung Pembelajaran Di Era Digital. *Prosiding Amal Insani Foundation*, 1, 158–166.
- Krasna, M., & Bratina, T., "The Use of AI and Student Population: The Change is Inevitable," 13th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), 2024, pp. 1-5.

- Khreisat, M. N., et al. (2024). "Ethical Implications of AI Integration in Educational Decision Making: Systematic Review." *Educational Administration: Theory and Practice*. This review discusses the ethical challenges and considerations in integrating AI into educational systems.
- Gupta, P., et al. (2024). "Navigating The Future Of Education: The Impact Of Artificial Intelligence On Teacher-Student Dynamics." *Educational Administration: Theory and Practice*. This paper examines how AI affects the dynamics between teachers and students, particularly in STEM education.
- Raja, S., et al. (2024). "Impact of Artificial Intelligence in Students' Learning Life." In *AI in Business: Opportunities and Limitations: Volume 2*, Springer. This book chapter discusses how AI technologies affect student learning and engagement in various academic disciplines, including engineering.
- Rekha, K., et al. (2024). "AI-Powered Personalized Learning System Design: Student Engagement and Performance Tracking System." In *4th International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE)*, IEEE. The paper explores AI-based personalized learning systems and their effect on student performance.
- Suntharalingam, H. (2024). "Enhancing Digital Learning Outcomes Through the Application of Artificial Intelligence: A Comprehensive Review." *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. This review highlights how AI tools improve digital learning outcomes across various educational levels.
- Sundar, R., et al. (2024). "Future Directions of Artificial Intelligence Integration: Managing Strategies and Opportunities." *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*. The paper focuses on the future of AI in educational environments and discusses strategies for its effective integration.
- Krasna, M., & Bratina, T. (2024). "The Use of AI and Student Population: The Change Is Inevitable." In *13th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO)*, IEEE. This study investigates the role of AI in transforming student learning outcomes and educational systems.
- Nguyen, A., et al. (2024). "Enhancing Student Engagement Through Artificial Intelligence (AI): Understanding the Basics, Opportunities, and Challenges." *Journal of University Teaching and Learning Practice*. This paper examines how AI technologies can improve student engagement and educational outcomes.
- Rekha, K., et al. (2024). "AI-Powered Personalized Learning System Design: Student Engagement and Performance Tracking System." In *4th International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE)*, IEEE. This research outlines the use of AI in tracking student performance and enhancing engagement.
- Ramos, F., & Esparrell, J. A. F. (2024). "Artificial Intelligence (AI) in Education: Unlocking the Perfect Synergy for Learning." *Educational Process: International Journal*. This article explores the benefits and challenges of integrating AI in educational contexts, particularly in improving learning outcomes.
- Sundar, R., et al. (2024). "Managing AI in Education: From Innovation to Practical Application." *International Journal of Education and Development*. This paper explores how AI-driven tools can be effectively implemented in educational settings.
- Rekha, K., & Gopal, K. (2024). "AI in Education: Enhancing Student Learning and Performance." *International Journal of Educational Research and Technology*. This journal article focuses on AI applications in the classroom and their direct impact on student comprehension.
- Read, D. (2024). "Education in Chemistry: The Role of AI Tools in Future Classrooms." *Royal Society of Chemistry*. This article highlights AI's role in transforming traditional learning methods, specifically in STEM disciplines.
- Sugiarso, A. B., et al. (2024). "The Effect of Artificial Intelligence in Improving Student Learning Achievement in High School." *World Psychology*. This study examines the impact of AI on learning achievements, relevant for secondary and higher education contexts.
- Hwang, G. J., et al. (2020). *Innovative approaches in teaching engineering education with artificial intelligence*. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 30(2), 165–187.
- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2018). *The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes*. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243.