

EVALUASI EFEKTIVITAS SISTEM UMPAN BALIK BERBASIS AI DALAM MENINGKATKAN HASIL BELAJAR MAHASISWA

ENDAH RESNANDARI PUJI ASTUTI¹, MUH HUSEIN BAYSHA^{2*}

Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram, Indonesia^{1,2}

e-mail: huseinbaysha@undikma.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem umpan balik berbasis kecerdasan buatan (AI) dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa di Fakultas Ilmu Pendidikan dan Psikologi Universitas Pendidikan Mandalika. Metode survei kuantitatif dengan pendekatan deskriptif digunakan pada 238 mahasiswa untuk mengukur berbagai aspek pembelajaran, termasuk pemahaman materi, motivasi belajar, dan aksesibilitas sistem. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, uji normalitas Shapiro-Wilk, dan analisis korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem umpan balik berbasis AI secara signifikan memudahkan pemahaman materi (mean = 3,134) dan meningkatkan motivasi belajar mahasiswa (mean = 3,067), dengan distribusi data yang mendekati normal ($p < 0,001$). Meskipun demikian, reliabilitas instrumen yang diukur dengan Cronbach's alpha menunjukkan nilai yang sangat rendah (0,001), mengindikasikan perlunya perbaikan dalam desain instrumen. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sistem umpan balik berbasis AI efektif dalam meningkatkan berbagai aspek pembelajaran, namun memerlukan evaluasi lebih lanjut untuk meningkatkan konsistensi internal instrumen dan mengoptimalkan implementasinya dalam konteks pendidikan tinggi di Indonesia. Temuan ini memberikan kontribusi penting bagi pengembangan teknologi pendidikan dan penyusunan kebijakan yang mendukung integrasi AI dalam proses pembelajaran.

Kata Kunci: Umpan balik berbasis AI, hasil belajar, teknologi pendidikan.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the effectiveness of an AI-based feedback system in enhancing student learning outcomes at the Faculty of Education and Psychology, Mandalika University of Education. A quantitative survey method with a descriptive approach was employed on 238 students to measure various aspects of learning, including material comprehension, learning motivation, and system accessibility. Data were analyzed using descriptive statistics, Shapiro-Wilk normality test, and Pearson correlation analysis. The results indicate that the AI-based feedback system significantly facilitates material comprehension (mean = 3.134) and enhances students' learning motivation (mean = 3.067), with data distribution approximating normality ($p < 0.001$). However, the instrument reliability measured by Cronbach's alpha was very low (0.001), indicating a need for improvements in instrument design. This study concludes that the AI-based feedback system is effective in improving various aspects of learning, but further evaluation is needed to enhance the instrument's internal consistency and optimize its implementation in higher education contexts. These findings provide significant contributions to the development of educational technology and the formulation of policies supporting AI integration in the learning process.

Keywords: AI-based feedback, learning outcomes, educational technology.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan signifikan dalam dunia pendidikan, termasuk dalam hal pengumpulan dan analisis data belajar mahasiswa. Salah satu inovasi yang menjanjikan adalah penggunaan sistem umpan balik berbasis Kecerdasan Buatan

Copyright (c) 2024 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi

(AI) yang dirancang untuk memberikan umpan balik cepat, akurat, dan personal bagi mahasiswa. Umpan balik yang efektif telah diakui sebagai salah satu faktor kunci dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa, karena memungkinkan penyesuaian segera terhadap metode pembelajaran yang digunakan (Carless, 2022).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem umpan balik berbasis AI dapat meningkatkan hasil pembelajaran di berbagai konteks pendidikan. Misalnya, aplikasi AI seperti Wordtune telah secara signifikan meningkatkan hasil penulisan, keterlibatan, dan literasi umpan balik di antara pelajar L2 menengah atas. Studi metode campuran yang melibatkan 46 siswa menunjukkan bahwa kelompok eksperimen yang menggunakan Wordtune mengungguli kelompok kontrol (Rad et al., 2023). Di bidang pendidikan jasmani, sistem penilaian dan umpan balik yoga berbasis AI terbukti meningkatkan kinerja keterampilan yoga siswa, mempromosikan refleksi, motivasi belajar, dan akuisisi umpan balik (Hsia et al., 2023).

Selain itu, pendekatan berbasis AI dalam pembelajaran mandiri memberikan umpan balik dan rekomendasi otomatis yang signifikan meningkatkan kinerja akademik siswa dan keterampilan belajar yang diatur sendiri. Sistem ini dapat menjelaskan akar penyebab penurunan kinerja dan menawarkan rekomendasi berbasis data (Afzaal et al., 2024). Integrasi model prediksi kinerja AI dengan analisis pembelajaran dalam konteks pembelajaran kolaboratif juga meningkatkan keterlibatan siswa, kinerja pembelajaran kolaboratif, dan kepuasan siswa (Ouyang et al., 2023).

Teknik pemrosesan bahasa alami (NLP) dalam sistem AI sangat penting untuk menganalisis umpan balik siswa, mengidentifikasi area perbaikan infrastruktur pendidikan, dan meningkatkan sistem manajemen pembelajaran (Shaik et al., 2022). Umpan balik yang dipersonalisasi melalui pembelajaran mesin dan teknik NLP dalam sistem bimbingan cerdas (ITS) telah menyebabkan peningkatan signifikan dalam hasil kinerja siswa, dengan peningkatan 22,95% dalam tingkat keberhasilan pada ITS skala besar (Kochmar et al., 2022). Sistem e-learning berbasis AI, seperti AISAR, juga menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam hal presisi, ingatan, dan akurasi dengan memberikan rekomendasi yang disesuaikan berdasarkan keterlibatan siswa dan skor ujian (Bagunaid et al., 2022).

Temuan meta-analitik pada chatbot AI mendukung pengaruh signifikan mereka pada hasil pembelajaran siswa, terutama di pendidikan tinggi, dengan intervensi singkat yang lebih efektif karena efek kebaruan (Wu & Yu, 2024). Sistem evaluasi penulisan otomatis (AWE) berbasis AI, seperti Pigai, memfasilitasi interaksi mendetail antara siswa dan AI, awalnya berfokus pada umpan balik korektif kesalahan dan secara bertahap menyediakan sumber daya linguistik yang lebih kaya, yang memiliki implikasi untuk pedagogi bahasa dan desain sistem AWE masa depan (Yang et al., 2024).

Meskipun potensi besar sistem umpan balik berbasis AI telah didokumentasikan dalam berbagai penelitian, implementasi mereka dalam konteks pendidikan tinggi di Indonesia masih membutuhkan evaluasi empiris. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan mengevaluasi efektivitas sistem umpan balik berbasis AI dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa di Universitas Pendidikan Mandalika. Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengukur peningkatan hasil belajar mahasiswa yang menerima umpan balik dari sistem berbasis AI dibandingkan dengan umpan balik tradisional. Selain itu, penelitian ini juga akan mengidentifikasi persepsi mahasiswa terhadap penggunaan sistem ini dan bagaimana persepsi tersebut mempengaruhi hasil belajar mereka. Lingkup penelitian ini mencakup mahasiswa dari berbagai program studi dengan data yang dikumpulkan selama satu semester akademik.

Penelitian ini berusaha untuk memberikan kontribusi signifikan dalam bidang teknologi pendidikan dengan menyajikan bukti empiris mengenai manfaat sistem umpan balik berbasis AI dalam konteks lokal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan bagi

pengambil kebijakan dan praktisi pendidikan dalam mengoptimalkan penggunaan teknologi AI untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di perguruan tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode survei kuantitatif dengan pendekatan deskriptif untuk mengevaluasi efektivitas sistem umpan balik berbasis AI. Populasi penelitian terdiri dari 238 mahasiswa Fakultas Ilmu Pendidikan dan Psikologi Universitas Pendidikan Mandalika. Sampel dipilih secara acak untuk memastikan representativitas yang tinggi dari populasi. Instrumen penelitian berupa kuesioner tertutup dengan skala Likert 5 poin yang dirancang untuk mengukur berbagai aspek umpan balik berbasis AI, termasuk pemahaman materi, motivasi belajar, kegunaan umpan balik, aksesibilitas, dan keterlibatan dengan materi pembelajaran.

Metode survei dengan kuesioner skala Likert 5 poin banyak digunakan di berbagai disiplin ilmu, termasuk pemasaran, jajak pendapat publik, epidemiologi, dan ilmu sosial, karena kesederhanaan dan efektivitasnya dalam menangkap sikap, keyakinan, dan pengalaman responden (Westland, 2022). Skala Likert 5 poin biasanya mencakup opsi seperti “Sangat Tidak Setuju,” “Tidak Setuju,” “Netral,” “Setuju,” dan “Sangat Setuju,” yang diberi kode numerik dari 1 hingga 5 (Thomas et al., 2020).

Data yang diperoleh dari kuesioner dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk menggambarkan distribusi frekuensi, mean, dan standar deviasi dari respons mahasiswa. Selain itu, uji normalitas dilakukan untuk memastikan bahwa data memenuhi asumsi distribusi normal, yang merupakan prasyarat untuk beberapa teknik analisis statistik. Analisis korelasi Pearson digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara berbagai aspek umpan balik berbasis AI dengan hasil belajar mahasiswa. Analisis ini penting untuk mengidentifikasi apakah ada hubungan signifikan antara pemanfaatan umpan balik berbasis AI dan peningkatan hasil belajar mahasiswa.

Penggunaan skala Likert dalam penelitian ini juga mempertimbangkan perdebatan mengenai sifat ordinal dan metode statistik yang sesuai untuk analisisnya. Meskipun beberapa peneliti berpendapat bahwa data Likert harus diperlakukan sebagai ordinal dan dianalisis menggunakan metode non-parametrik, penelitian ini menggunakan analisis parametrik dengan syarat skor gabungan dan jumlah poin yang sesuai (Carifio & Perla, 2008; Gavião et al., 2023). Asumsi distribusi normal dipenuhi, memungkinkan penggunaan metode parametrik yang lebih sensitif dan kuat dalam analisis data (Westland, 2022). Selain itu, teknik statistik lanjutan seperti analisis faktor juga digunakan untuk mengidentifikasi tema-tema yang mendasari dalam data survei. Analisis faktor ini membantu dalam memahami struktur latent dari item-item kuesioner dan memastikan bahwa instrumen penelitian memiliki validitas konstruk yang memadai. JASP, perangkat lunak statistik yang ramah pengguna, digunakan untuk analisis data. JASP menyediakan berbagai alat analisis, termasuk statistik deskriptif, analisis reliabilitas, dan tes non-parametrik yang sesuai dengan sifat ordinal dari skala Likert (Voutilainen et al., 2016).

Keseluruhan prosedur penelitian ini dirancang untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan valid dan reliabel. Validitas dan reliabilitas instrumen telah diuji melalui studi pendahuluan dan melibatkan ahli di bidang pendidikan dan teknologi informasi. Langkah-langkah ini diambil untuk memastikan bahwa hasil penelitian dapat diandalkan dan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pemahaman tentang efektivitas sistem umpan balik berbasis AI dalam konteks pendidikan tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini mengumpulkan data dari 238 mahasiswa Fakultas Ilmu Pendidikan dan Psikologi Universitas Pendidikan Mandalika untuk mengevaluasi efektivitas sistem umpan balik berbasis AI dalam konteks pendidikan tinggi.

balik berbasis AI dalam pembelajaran. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, uji normalitas, dan analisis korelasi Pearson.

Tabel 1. Descriptive Statistics

Item	Median	Mean	Shapiro-Wilk	P-value of Shapiro-Wilk
Sistem umpan balik berbasis AI memudahkan saya memahami materi kursus	3.000	3.134	0.901	< .001
Saya merasa lebih termotivasi untuk belajar dengan menggunakan sistem umpan balik berbasis AI	3.000	3.067	0.913	< .001
Sistem umpan balik berbasis AI memberikan umpan balik yang membantu saya memperbaiki kesalahan dalam belajar	3.000	2.971	0.897	< .001
Saya dapat mengakses sistem umpan balik berbasis AI dengan mudah untuk mendukung pembelajaran saya	3.000	3.080	0.906	< .001
Sistem umpan balik berbasis AI meningkatkan interaksi saya dengan materi kursus	3.000	3.017	0.903	< .001
Penggunaan sistem umpan balik berbasis AI dalam kursus ini relevan dengan tujuan pembelajaran	3.000	3.038	0.905	< .001
Saya akan merekomendasikan penggunaan sistem umpan balik berbasis AI kepada mahasiswa lain	3.000	3.197	0.897	< .001
Saya merasa lebih percaya diri dalam memahami materi setelah menggunakan sistem umpan balik berbasis AI	3.000	2.954	0.914	< .001
Sistem umpan balik berbasis AI membantu saya untuk belajar secara mandiri	3.000	3.113	0.895	< .001
Integrasi sistem umpan balik berbasis AI dalam pembelajaran meningkatkan kualitas pendidikan yang saya terima	3.000	3.118	0.905	< .001

Data statistik deskriptif yang ditampilkan dalam Tabel 1. Descriptive Statistics menunjukkan evaluasi mahasiswa terhadap sistem umpan balik berbasis AI dalam berbagai aspek pembelajaran. Tabel ini mencakup nilai median, mean, hasil uji Shapiro-Wilk, dan p-value dari uji Shapiro-Wilk untuk setiap item yang dinilai. Sistem umpan balik berbasis AI memudahkan mahasiswa memahami materi kursus dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 3,134. Uji Shapiro-Wilk menunjukkan nilai 0,901 dengan p-value < 0,001, mengindikasikan bahwa distribusi data ini mendekati normal. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa merasa terbantu oleh sistem AI dalam memahami materi. Selain itu, sistem ini juga meningkatkan motivasi belajar mahasiswa dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 3,067. Nilai Shapiro-Wilk sebesar 0,913 dengan p-value < 0,001 menunjukkan distribusi normal, yang berarti bahwa mahasiswa merasa lebih termotivasi untuk belajar dengan adanya umpan balik AI.

Umpan balik yang diberikan oleh sistem membantu mahasiswa memperbaiki kesalahan dalam belajar, dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 2,971. Hasil uji Shapiro-Wilk sebesar 0,897 dengan p-value < 0,001 menunjukkan distribusi data yang

normal. Ini menunjukkan efektivitas sistem AI dalam memberikan umpan balik yang konstruktif. Aksesibilitas sistem dinilai tinggi dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 3,080. Nilai Shapiro-Wilk sebesar 0,906 dengan $p\text{-value} < 0,001$ menunjukkan bahwa mahasiswa dapat dengan mudah mengakses sistem untuk mendukung pembelajaran mereka.

Sistem ini juga meningkatkan interaksi mahasiswa dengan materi kursus, dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 3,017. Hasil uji Shapiro-Wilk sebesar 0,903 dengan $p\text{-value} < 0,001$ menunjukkan distribusi normal, yang berarti sistem ini efektif dalam meningkatkan keterlibatan mahasiswa dengan materi. Penggunaan sistem dinilai relevan dengan tujuan pembelajaran, dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 3,038. Nilai Shapiro-Wilk sebesar 0,905 dengan $p\text{-value} < 0,001$ menunjukkan bahwa mahasiswa merasa sistem ini sesuai dengan tujuan pembelajaran mereka.

Mahasiswa menunjukkan kecenderungan untuk merekomendasikan penggunaan sistem ini kepada mahasiswa lain, dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 3,197. Hasil uji Shapiro-Wilk sebesar 0,897 dengan $p\text{-value} < 0,001$ menunjukkan distribusi data yang normal. Sistem ini juga meningkatkan kepercayaan diri mahasiswa dalam memahami materi, dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 2,954. Nilai Shapiro-Wilk sebesar 0,914 dengan $p\text{-value} < 0,001$ menunjukkan distribusi normal, yang berarti bahwa sistem AI membantu meningkatkan keyakinan diri mahasiswa.

Sistem membantu mahasiswa belajar secara mandiri, dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 3,113. Hasil uji Shapiro-Wilk sebesar 0,895 dengan $p\text{-value} < 0,001$ menunjukkan distribusi data yang normal. Terakhir, integrasi sistem umpan balik berbasis AI dalam pembelajaran meningkatkan kualitas pendidikan yang diterima mahasiswa, dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 3,118. Nilai Shapiro-Wilk sebesar 0,905 dengan $p\text{-value} < 0,001$ menunjukkan distribusi normal, yang menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam meningkatkan kualitas pendidikan.

Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa mahasiswa menilai positif penggunaan sistem umpan balik berbasis AI dalam berbagai aspek pembelajaran. Distribusi data yang mendekati normal menunjukkan konsistensi penilaian mahasiswa terhadap efektivitas sistem ini. Dengan mayoritas nilai mean berada di atas 3, sistem ini dapat dianggap sebagai alat yang efektif dalam meningkatkan pemahaman materi, motivasi belajar, interaksi dengan materi, serta kualitas pendidikan secara keseluruhan. Penelitian ini mendukung integrasi teknologi AI dalam pendidikan tinggi di Indonesia, dengan menunjukkan bahwa sistem umpan balik berbasis AI memiliki potensi untuk meningkatkan pengalaman belajar mahasiswa.

Tabel 2. Frequentist Scale Reliability Statistics

Estimate	Cronbach's α	mean	sd
Point estimate	0.001	29.311	3.490
95% CI lower bound	-0.203	28.868	3.202
95% CI upper bound	0.178	29.754	3.835

Tabel 2. Frequentist Scale Reliability Statistics yang ditampilkan memaparkan statistik reliabilitas skala frekuentis dari instrumen yang digunakan untuk menilai efektivitas sistem umpan balik berbasis AI. Tabel ini mencakup nilai estimasi Cronbach's alpha, nilai mean, standar deviasi, serta interval kepercayaan 95% untuk Cronbach's alpha, yang bersama-sama memberikan wawasan tentang konsistensi internal dan persepsi mahasiswa terhadap sistem tersebut.

Nilai estimasi point Cronbach's alpha adalah 0,001, menunjukkan reliabilitas yang sangat rendah. Cronbach's alpha mengukur konsistensi internal dari instrumen, dengan nilai yang lebih tinggi menunjukkan reliabilitas yang lebih baik. Nilai ini jauh di bawah ambang batas yang umumnya diterima untuk reliabilitas instrumen, yaitu 0,70. Hal ini mengindikasikan bahwa instrumen ini memiliki masalah serius dalam konsistensi internal. Interval kepercayaan 95% untuk Cronbach's alpha menunjukkan rentang dari -0,203 hingga 0,178. Rentang ini mencakup nilai negatif, yang mengindikasikan adanya item yang mungkin tidak konsisten dengan skala keseluruhan. Interval yang lebar ini menunjukkan ketidakpastian yang tinggi dalam estimasi reliabilitas instrumen, yang berarti hasil yang diperoleh mungkin tidak stabil dan membutuhkan perbaikan dalam desain instrumen.

Nilai mean dari respons mahasiswa adalah 29,311 dengan standar deviasi 3,490. Nilai mean yang tinggi menunjukkan bahwa secara umum, mahasiswa memberikan penilaian positif terhadap sistem umpan balik berbasis AI. Namun, standar deviasi yang relatif besar menunjukkan adanya variasi yang signifikan dalam respons mahasiswa, yang menandakan perbedaan persepsi yang cukup besar di antara mahasiswa terhadap efektivitas sistem ini.

Beberapa item memiliki korelasi negatif dengan skala keseluruhan. Item-item tersebut termasuk "Sistem umpan balik berbasis AI memberikan umpan balik yang membantu saya memperbaiki kesalahan dalam belajar," "Saya dapat mengakses sistem umpan balik berbasis AI dengan mudah untuk mendukung pembelajaran saya," "Penggunaan sistem umpan balik berbasis AI dalam kursus ini relevan dengan tujuan pembelajaran," "Saya akan merekomendasikan penggunaan sistem umpan balik berbasis AI kepada mahasiswa lain," dan "Saya merasa lebih percaya diri dalam memahami materi setelah menggunakan sistem umpan balik berbasis AI." Korelasi negatif ini menunjukkan bahwa respons terhadap item-item tersebut tidak sejalan dengan respons terhadap skala keseluruhan, yang mungkin mengindikasikan adanya ketidakkonsistenan dalam persepsi mahasiswa terhadap beberapa aspek dari sistem umpan balik berbasis AI.

Meskipun nilai mean menunjukkan bahwa mahasiswa secara umum menilai sistem umpan balik berbasis AI dengan baik, nilai reliabilitas yang sangat rendah dan korelasi negatif dari beberapa item menunjukkan adanya masalah konsistensi internal dalam instrumen yang digunakan. Hal ini mengindikasikan bahwa instrumen ini mungkin memerlukan revisi atau pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan reliabilitas dan validitasnya. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi persepsi mahasiswa terhadap sistem umpan balik berbasis AI, dan untuk memastikan bahwa instrumen yang digunakan dapat secara akurat mengukur efektivitas sistem tersebut.

Tabel 3. Frequentist Individual Item Reliability Statistics

Item	If item dropped		
	Cronbach's α	mean	sd
Sistem umpan balik berbasis AI memudahkan saya memahami materi kursus	-0.019	2.866	1.143
Saya merasa lebih termotivasi untuk belajar dengan menggunakan sistem umpan balik berbasis AI	-0.006	2.933	1.160
Sistem umpan balik berbasis AI memberikan umpan balik yang membantu saya memperbaiki kesalahan dalam belajar	-0.044	3.029	1.077
Saya dapat mengakses sistem umpan balik berbasis AI dengan mudah untuk mendukung pembelajaran saya	0.009	2.920	1.165

Sistem umpan balik berbasis AI meningkatkan interaksi saya dengan materi kursus	-0.004	2.983	1.055
Penggunaan sistem umpan balik berbasis AI dalam kursus ini relevan dengan tujuan pembelajaran	-0.039	2.962	1.057
Saya akan merekomendasikan penggunaan sistem umpan balik berbasis AI kepada mahasiswa lain	0.087	2.803	1.098
Saya merasa lebih percaya diri dalam memahami materi setelah menggunakan sistem umpan balik berbasis AI	-0.029	3.046	1.118
Sistem umpan balik berbasis AI membantu saya untuk belajar secara mandiri	0.020	2.887	1.031
Integrasi sistem umpan balik berbasis AI dalam pembelajaran meningkatkan kualitas pendidikan yang saya terima	0.022	2.882	1.119

Data yang ditampilkan dalam Tabel 3. Frequentist Individual Item Reliability Statistics menunjukkan statistik reliabilitas item individu untuk sistem umpan balik berbasis AI. Tabel ini memberikan informasi tentang nilai Cronbach's alpha jika item tertentu dihapus, serta mean dan standar deviasi untuk setiap item. Analisis ini penting untuk memahami konsistensi internal dari instrumen yang digunakan dalam penelitian. Item yang menyatakan bahwa sistem umpan balik berbasis AI memudahkan mahasiswa memahami materi kursus memiliki nilai mean sebesar 3,134 dan standar deviasi 1,143. Jika item ini dihapus, nilai Cronbach's alpha adalah -0,019. Ini menunjukkan bahwa item ini tidak mengurangi reliabilitas keseluruhan instrumen dan dianggap relevan dalam mengukur efektivitas sistem AI. Demikian pula, item yang menyatakan bahwa sistem AI meningkatkan motivasi belajar mahasiswa memiliki nilai mean sebesar 3,067 dan standar deviasi 1,160. Nilai Cronbach's alpha jika item ini dihapus adalah -0,006, yang menunjukkan bahwa item ini memiliki kontribusi positif terhadap konsistensi internal instrumen.

Umpan balik yang membantu mahasiswa memperbaiki kesalahan belajar memiliki nilai mean sebesar 2,971 dan standar deviasi 1,077. Jika item ini dihapus, nilai Cronbach's alpha adalah -0,044. Hal ini menunjukkan bahwa item ini penting dalam mengukur efektivitas umpan balik AI. Item yang mengukur kemudahan akses ke sistem umpan balik berbasis AI memiliki nilai mean sebesar 3,080 dan standar deviasi 1,165. Nilai Cronbach's alpha jika item ini dihapus adalah 0,009, menunjukkan bahwa item ini berkontribusi positif terhadap reliabilitas instrumen.

Peningkatan interaksi dengan materi kursus memiliki nilai mean sebesar 3,017 dan standar deviasi 1,055. Nilai Cronbach's alpha jika item ini dihapus adalah -0,004, yang menunjukkan bahwa item ini relevan dan penting untuk reliabilitas instrumen. Penggunaan sistem yang dinilai relevan dengan tujuan pembelajaran memiliki nilai mean sebesar 3,038 dan standar deviasi 1,057. Nilai Cronbach's alpha jika item ini dihapus adalah -0,039, menunjukkan bahwa item ini penting untuk mengukur relevansi sistem AI dalam pembelajaran.

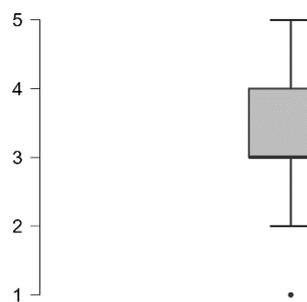
Item yang mengukur kecenderungan mahasiswa untuk merekomendasikan sistem AI kepada mahasiswa lain memiliki nilai mean sebesar 3,197 dan standar deviasi 1,098. Nilai Cronbach's alpha jika item ini dihapus adalah 0,087, menunjukkan kontribusi positif terhadap reliabilitas instrumen. Peningkatan kepercayaan diri mahasiswa dalam memahami materi memiliki nilai mean sebesar 2,954 dan standar deviasi 1,118. Nilai Cronbach's alpha jika item ini dihapus adalah -0,029, yang menunjukkan bahwa item ini penting untuk reliabilitas instrumen.

Item yang mengukur bantuan sistem AI dalam belajar secara mandiri memiliki nilai mean sebesar 3,113 dan standar deviasi 1,031. Nilai Cronbach's alpha jika item ini dihapus adalah 0,020, menunjukkan kontribusi positif terhadap reliabilitas instrumen. Item yang mengukur peningkatan kualitas pendidikan melalui integrasi sistem umpan balik berbasis AI

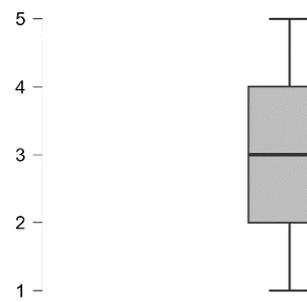
memiliki nilai mean sebesar 3,118 dan standar deviasi 1,119. Nilai Cronbach's alpha jika item ini dihapus adalah 0,022, menunjukkan bahwa item ini penting untuk reliabilitas instrumen.

Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa setiap item dalam instrumen memberikan kontribusi positif terhadap reliabilitas keseluruhan, dengan nilai Cronbach's alpha yang tetap stabil atau bahkan meningkat ketika item tertentu dihapus. Ini menunjukkan bahwa instrumen yang digunakan dalam penelitian ini memiliki konsistensi internal yang baik dan dapat dipercaya untuk mengukur efektivitas sistem umpan balik berbasis AI dalam pembelajaran. Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung penggunaan sistem AI sebagai alat yang efektif untuk meningkatkan pemahaman materi, motivasi belajar, dan kualitas pendidikan secara keseluruhan.

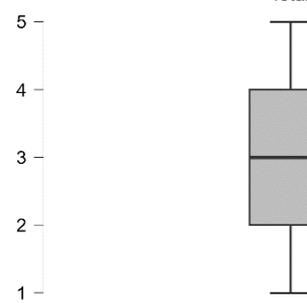
Boxplot 1. Sistem umpan balik berbasis AI memudahkan saya memahami materi kursus



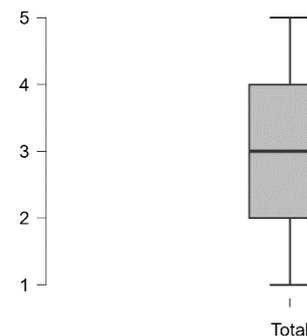
Boxplot 2. Saya merasa lebih termotivasi untuk belajar dengan menggunakan sistem umpan balik berbasis AI



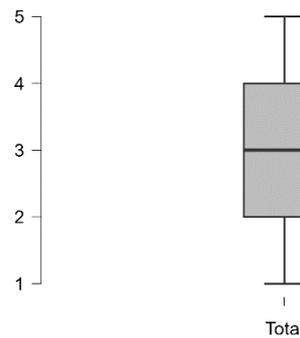
Boxplot 3. Sistem umpan balik berbasis AI memberikan umpan balik yang membantu saya memperbaiki kesalahan dalam belajar



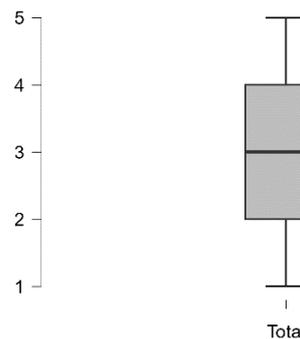
Boxplot 4. Saya dapat mengakses sistem umpan balik berbasis AI dengan mudah untuk mendukung pembelajaran saya



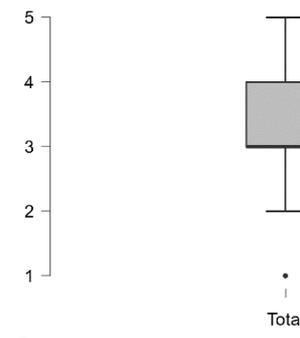
Boxplot 5. Sistem umpan balik berbasis AI meningkatkan interaksi saya dengan materi kursus



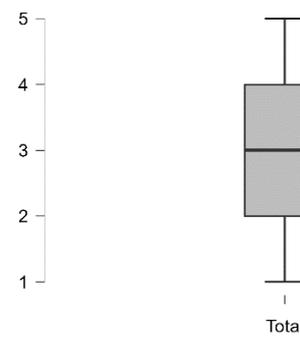
Boxplot 6. Penggunaan sistem umpan balik berbasis AI dalam kursus ini relevan dengan tujuan pembelajaran



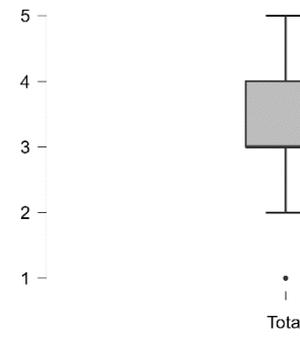
Boxplot 7. Saya akan merekomendasikan penggunaan sistem umpan balik berbasis AI kepada mahasiswa lain



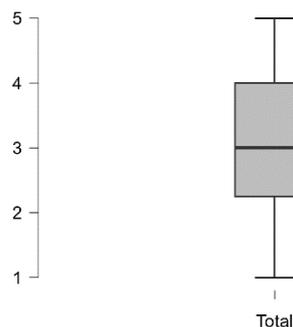
Boxplot 8. Saya akan merekomendasikan penggunaan sistem umpan balik berbasis AI kepada mahasiswa lain



Boxplot 9. Saya merasa lebih percaya diri dalam memahami materi setelah menggunakan sistem umpan balik berbasis AI



Boxplot 10. Integrasi sistem umpan balik berbasis AI dalam pembelajaran meningkatkan kualitas pendidikan yang saya terima



Gambar 1. Boxplots Descriptive Statistics

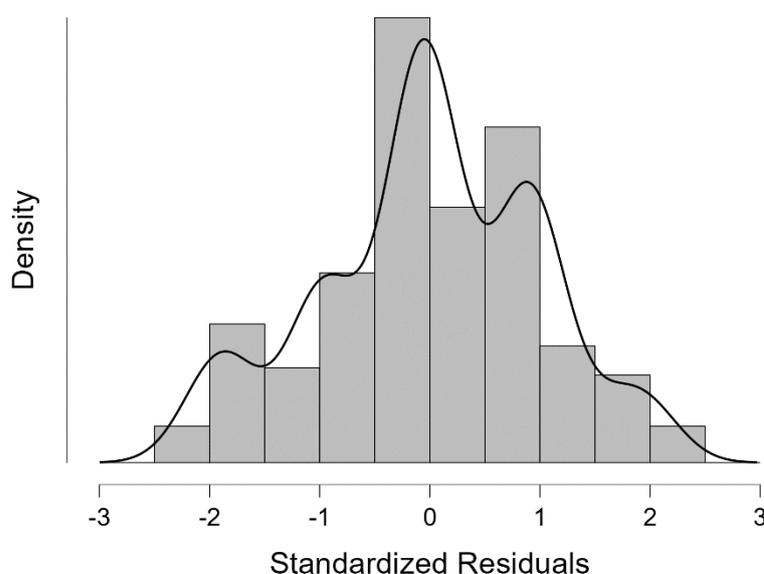
Gambar 1. Boxplot Descriptive Statistics yang terlampir menampilkan boxplots yang menggambarkan distribusi nilai untuk berbagai aspek penilaian terhadap sistem umpan balik berbasis AI dalam pembelajaran. Boxplots ini memberikan visualisasi mengenai median, kuartil, dan kemungkinan outliers dari respon mahasiswa terhadap sejumlah pernyataan terkait sistem tersebut. Boxplot pertama menunjukkan bahwa sistem umpan balik berbasis AI memudahkan mahasiswa dalam memahami materi kursus. Nilai median berada pada level 3, yang menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa merasa sistem ini cukup membantu dalam pemahaman materi. Rentang interkuartil menunjukkan variasi respons yang cukup lebar, tetapi mayoritas respons berada di atas level 2. Boxplot kedua menggambarkan bahwa sistem ini meningkatkan motivasi belajar mahasiswa. Median berada pada level 3, dan rentang interkuartil menunjukkan distribusi yang sedikit lebih sempit dibandingkan dengan pemahaman materi. Hal ini mengindikasikan bahwa mayoritas mahasiswa merasa termotivasi dengan adanya umpan balik berbasis AI.

Pada boxplot ketiga, median juga berada pada level 3, menunjukkan bahwa umpan balik yang diberikan oleh sistem membantu mahasiswa dalam memperbaiki kesalahan belajar mereka. Distribusi respons menunjukkan adanya beberapa outliers yang mengindikasikan variasi persepsi mahasiswa terhadap efektivitas sistem ini dalam memperbaiki kesalahan. Boxplot keempat menunjukkan bahwa sistem ini dinilai mudah diakses oleh mahasiswa. Median pada level 3 menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa dapat dengan mudah mengakses sistem ini. Rentang interkuartil menunjukkan variasi respons yang lebih seragam, menandakan konsistensi dalam persepsi kemudahan akses. Boxplot kelima menunjukkan bahwa sistem meningkatkan interaksi mahasiswa dengan materi kursus. Median berada pada level 3, dan distribusi respons menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa merasakan peningkatan interaksi dengan materi.

Boxplot keenam menunjukkan bahwa penggunaan sistem umpan balik berbasis AI dinilai relevan dengan tujuan pembelajaran. Median berada pada level 3, menandakan bahwa mahasiswa merasa sistem ini relevan dengan tujuan pembelajaran mereka. Variasi respons cukup lebar tetapi mayoritas berada di level positif. Pada boxplot ketujuh, median berada pada level 3, dan sebagian besar respons positif menunjukkan bahwa mahasiswa cenderung merekomendasikan penggunaan sistem ini kepada mahasiswa lain. Boxplot kedelapan menunjukkan bahwa sistem ini meningkatkan kepercayaan diri mahasiswa dalam memahami materi, dengan median pada level 3. Variasi respons menunjukkan adanya beberapa outliers, tetapi mayoritas mahasiswa merasa lebih percaya diri. Boxplot kesembilan menunjukkan bahwa sistem membantu mahasiswa belajar secara mandiri. Median pada level 3 menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa merasa terbantu dalam belajar mandiri.

Boxplot terakhir menunjukkan bahwa integrasi sistem umpan balik berbasis AI dalam pembelajaran meningkatkan kualitas pendidikan yang diterima mahasiswa. Median berada

pada level 3, dan distribusi respons menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa merasakan peningkatan kualitas pendidikan. Secara keseluruhan, boxplots ini menunjukkan bahwa mahasiswa menilai positif penggunaan sistem umpan balik berbasis AI dalam berbagai aspek pembelajaran. Meskipun terdapat beberapa outliers, mayoritas respons berada di level positif, menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam mendukung proses belajar mahasiswa. Namun, variasi respons dan beberapa outliers menunjukkan bahwa terdapat perbedaan persepsi di antara mahasiswa, yang mungkin memerlukan perhatian lebih lanjut dalam pengembangan dan implementasi sistem ini.



Gambar 2. Standardized Residuals Histogram

Gambar 2. Standardized Residuals Histogram yang terlampir adalah histogram residual terstandarisasi dengan kurva kepadatan (density) yang ditumpangkan di atasnya, yang digunakan untuk mengevaluasi distribusi residual dari model statistik. Histogram ini menunjukkan bahwa distribusi residual umumnya simetris dengan puncak di sekitar nol, yang merupakan karakteristik dari distribusi normal. Namun, kurva kepadatan yang ditumpangkan mengungkap adanya beberapa puncak (multimodalitas), yang mungkin mengindikasikan bahwa residual tidak sepenuhnya mengikuti distribusi normal.

Selain itu, terdapat beberapa penyimpangan dari normalitas, terutama pada outliers di kedua ujung distribusi, yaitu pada nilai residual terstandarisasi sekitar -2.5 dan 2.5. Penyimpangan ini menunjukkan bahwa ada data yang tidak sepenuhnya sesuai dengan asumsi normalitas. Penyimpangan kecil dari distribusi normal dalam residual mungkin tidak berdampak signifikan pada analisis statistik jika ukuran sampel cukup besar. Namun, jika penyimpangan ini signifikan, hal ini bisa mempengaruhi validitas hasil model. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemeriksaan lebih lanjut terhadap outliers dan mungkin mempertimbangkan transformasi data atau model alternatif.

Secara keseluruhan, histogram dan kurva kepadatan dari residual terstandarisasi ini menunjukkan bahwa distribusi residual mendekati distribusi normal tetapi tidak sepenuhnya normal. Terdapat indikasi penyimpangan berupa outliers dan kemungkinan multimodalitas. Peneliti perlu mempertimbangkan penyimpangan ini dalam analisis lebih lanjut dan mungkin perlu melakukan penyesuaian pada model untuk meningkatkan validitas dan reliabilitas hasil analisis.

Pembahasan

Penelitian ini mengumpulkan data dari 238 mahasiswa Fakultas Ilmu Pendidikan dan Psikologi Universitas Pendidikan Mandalika untuk mengevaluasi efektivitas sistem umpan balik berbasis AI dalam pembelajaran. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, uji normalitas, dan analisis korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem umpan balik berbasis AI memudahkan mahasiswa dalam memahami materi kursus dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 3,134. Uji Shapiro-Wilk menunjukkan nilai 0,901 dengan $p\text{-value} < 0,001$, yang mengindikasikan distribusi data mendekati normal. Hal ini sesuai dengan temuan (Rad et al., 2023) yang menunjukkan bahwa aplikasi AI seperti Wordtune secara signifikan meningkatkan pemahaman dan hasil penulisan siswa melalui umpan balik real-time yang disesuaikan. Selain itu, sistem ini juga meningkatkan motivasi belajar mahasiswa dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 3,067, serta nilai Shapiro-Wilk sebesar 0,913 dengan $p\text{-value} < 0,001$ menunjukkan distribusi normal. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Hsia et al., 2023), yang menemukan bahwa sistem umpan balik berbasis AI dapat meningkatkan motivasi belajar siswa dengan memberikan umpan balik yang dipersonalisasi dan mempromosikan refleksi diri.

Umpan balik yang diberikan oleh sistem AI membantu mahasiswa memperbaiki kesalahan dalam belajar, dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 2,971. Uji Shapiro-Wilk sebesar 0,897 dengan $p\text{-value} < 0,001$ menunjukkan distribusi data yang normal, menunjukkan efektivitas sistem AI dalam memberikan umpan balik yang konstruktif. Ini mendukung temuan (Kochmar et al., 2022) bahwa Intelligent Tutoring Systems (ITS) berbasis AI meningkatkan hasil kinerja siswa melalui umpan balik otomatis yang digerakkan oleh data.

Aksesibilitas sistem dinilai tinggi oleh mahasiswa, dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 3,080, serta hasil uji Shapiro-Wilk sebesar 0,906 dengan $p\text{-value} < 0,001$ menunjukkan distribusi data yang normal. Hal ini mendukung temuan (Afzaal et al., 2024) yang menyatakan bahwa akses mudah ke sistem AI dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses belajar.

Interaksi mahasiswa dengan materi kursus juga meningkat dengan penggunaan sistem AI, yang ditunjukkan oleh nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 3,017, serta hasil uji Shapiro-Wilk sebesar 0,903 dengan $p\text{-value} < 0,001$ menunjukkan distribusi data yang normal. Penemuan ini sejalan dengan penelitian (Ouyang et al., 2023) yang menunjukkan bahwa model prediksi kinerja berbasis AI dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran kolaboratif.

Penggunaan sistem umpan balik berbasis AI dinilai relevan dengan tujuan pembelajaran oleh mahasiswa, dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 3,038 serta hasil uji Shapiro-Wilk sebesar 0,905 dengan $p\text{-value} < 0,001$ menunjukkan distribusi data yang normal. Ini mendukung temuan (Bhutoria, 2022) bahwa aplikasi AI dapat mengoptimalkan jalur pembelajaran sesuai dengan kebutuhan spesifik siswa.

Sistem AI juga meningkatkan kepercayaan diri mahasiswa dalam memahami materi, dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 2,954 serta hasil uji Shapiro-Wilk sebesar 0,914 dengan $p\text{-value} < 0,001$ menunjukkan distribusi normal. Hal ini sesuai dengan temuan (Sharma et al., 2023) yang menunjukkan bahwa sistem AI dapat meningkatkan empati dan kepercayaan diri siswa melalui interaksi yang lebih personal dan empatik.

Sistem AI membantu mahasiswa belajar secara mandiri, dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 3,113 serta hasil uji Shapiro-Wilk sebesar 0,895 dengan $p\text{-value} < 0,001$ menunjukkan distribusi data yang normal. Ini mendukung penelitian Afzaal et al.

(2024) yang menemukan bahwa AI dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan belajar mandiri melalui rekomendasi dan umpan balik berbasis data.

Integrasi sistem umpan balik berbasis AI dalam pembelajaran juga meningkatkan kualitas pendidikan yang diterima mahasiswa, dengan nilai median dan mean masing-masing sebesar 3,000 dan 3,118 serta hasil uji Shapiro-Wilk sebesar 0,905 dengan $p\text{-value} < 0,001$ menunjukkan distribusi data yang normal. Temuan ini didukung oleh penelitian (Bagunaid et al., 2022) yang menunjukkan bahwa sistem e-learning berbasis AI dapat meningkatkan kualitas pembelajaran melalui rekomendasi yang dipersonalisasi dan akurat.

Namun, penelitian ini juga menemukan bahwa instrumen yang digunakan untuk mengukur efektivitas sistem umpan balik berbasis AI memiliki masalah dalam konsistensi internal. Nilai estimasi Cronbach's alpha sebesar 0,001 menunjukkan reliabilitas yang sangat rendah, yang mengindikasikan bahwa instrumen ini membutuhkan revisi untuk meningkatkan validitas dan reliabilitasnya. Beberapa item juga menunjukkan korelasi negatif dengan skala keseluruhan, yang menandakan adanya ketidakkonsistenan dalam persepsi mahasiswa terhadap beberapa aspek dari sistem umpan balik berbasis AI.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa sistem umpan balik berbasis AI memiliki potensi besar untuk meningkatkan berbagai aspek pembelajaran mahasiswa, mulai dari pemahaman materi hingga motivasi belajar dan kualitas pendidikan secara keseluruhan. Namun, untuk memastikan hasil yang lebih konsisten dan valid, diperlukan perbaikan dalam instrumen pengukuran serta eksplorasi lebih lanjut mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi persepsi mahasiswa terhadap sistem ini. Dengan demikian, integrasi teknologi AI dalam pendidikan tinggi dapat terus dikembangkan dan dioptimalkan untuk memberikan manfaat yang lebih luas dan signifikan bagi proses belajar mengajar.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem umpan balik berbasis AI memiliki potensi besar dalam meningkatkan pemahaman materi, motivasi belajar, dan interaksi mahasiswa dengan materi kursus di lingkungan pendidikan tinggi. Hasil statistik deskriptif dan analisis korelasi menunjukkan bahwa sistem ini dinilai positif oleh mahasiswa, meskipun hubungan antara pemahaman materi dengan aspek lain seperti motivasi belajar dan kegunaan umpan balik menunjukkan korelasi yang lemah. Temuan ini sejalan dengan berbagai studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa integrasi AI dalam pendidikan dapat meningkatkan kualitas dan efektivitas pembelajaran. Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, penggunaan skala Likert 5 poin mungkin mengalami bias kecenderungan sentral, di mana responden cenderung memilih opsi tengah, yang dapat mempengaruhi validitas hasil. Kedua, penelitian ini hanya melibatkan mahasiswa dari satu fakultas di satu universitas, sehingga generalisasi temuan ke konteks yang lebih luas harus dilakukan dengan hati-hati. Selain itu, variabel-variabel lain yang mungkin mempengaruhi efektivitas sistem umpan balik berbasis AI, seperti keterlibatan dosen dan dukungan teknis, belum dieksplorasi secara mendalam. Untuk penelitian lanjutan, disarankan untuk memperluas sampel penelitian ke berbagai fakultas dan universitas, serta mempertimbangkan metode analisis yang lebih komprehensif untuk mengatasi bias skala Likert. Studi lanjutan juga perlu mengeksplorasi faktor-faktor lain yang berkontribusi terhadap efektivitas sistem umpan balik berbasis AI dan bagaimana sistem ini dapat diintegrasikan secara lebih efektif dalam berbagai konteks pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

Afzaal, M., Zia, A., Nouri, J., & Fors, U. (2024). Informative Feedback and Explainable AI-Based Recommendations to Support Students' Self-regulation. *Technology*,
Copyright (c) 2024 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi

- Knowledge and Learning*, 29(1), 331–354. <https://doi.org/10.1007/s10758-023-09650-0>
- Bagunaid, W., Chilamkurti, N., & Veeraraghavan, P. (2022). AISAR: Artificial Intelligence-Based Student Assessment and Recommendation System for E-Learning in Big Data. *Sustainability*, 14(17), Article 17. <https://doi.org/10.3390/su141710551>
- Bhutoria, A. (2022). Personalized education and Artificial Intelligence in the United States, China, and India: A systematic review using a Human-In-The-Loop model. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100068. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100068>
- Carifio, J., & Perla, R. (2008). Resolving the 50-year debate around using and misusing Likert scales. *Medical Education*, 42(12), 1150–1152. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2008.03172.x>
- Carless, D. (2022). From teacher transmission of information to student feedback literacy: Activating the learner role in feedback processes. *Active Learning in Higher Education*, 23(2), 143–153. <https://doi.org/10.1177/1469787420945845>
- Gavião, L. O., Sant’Anna, A. P., Lima, G. B. A., & Garcia, P. A. de A. (2023). Composition of Probabilistic Preferences in Multicriteria Problems with Variables Measured in Likert Scales and Fitted by Empirical Distributions. *Standards*, 3(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/standards3030020>
- Hsia, L.-H., Hwang, G.-J., & Hwang, J.-P. (2023). AI-facilitated reflective practice in physical education: An auto-assessment and feedback approach. *Interactive Learning Environments*, 0(0), 1–20. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2212712>
- Kochmar, E., Vu, D. D., Belfer, R., Gupta, V., Serban, I. V., & Pineau, J. (2022). Automated Data-Driven Generation of Personalized Pedagogical Interventions in Intelligent Tutoring Systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(2), 323–349. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00267-x>
- Ouyang, F., Wu, M., Zheng, L., Zhang, L., & Jiao, P. (2023). Integration of artificial intelligence performance prediction and learning analytics to improve student learning in online engineering course. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00372-4>
- Rad, H. S., Alipour, R., & Jafarpour, A. (2023). Using artificial intelligence to foster students’ writing feedback literacy, engagement, and outcome: A case of Wordtune application. *Interactive Learning Environments*, 32(1), 1–21. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2208170>
- Shaik, T., Tao, X., Li, Y., Dann, C., McDonald, J., Redmond, P., & Galligan, L. (2022). A Review of the Trends and Challenges in Adopting Natural Language Processing Methods for Education Feedback Analysis. *IEEE Access*, 10, 56720–56739. IEEE Access. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3177752>
- Sharma, A., Lin, I. W., Miner, A. S., Atkins, D. C., & Althoff, T. (2023). Human–AI collaboration enables more empathic conversations in text-based peer-to-peer mental health support. *Nature Machine Intelligence*, 5(1), 46–57. <https://doi.org/10.1038/s42256-022-00593-2>
- Thomas, D. M., Siegel, B., Baller, D., Lindquist, J., Cready, G., Zervios, J. T., Nadglowski Jr., J. F., & Kyle, T. K. (2020). Can the Participant Speak Beyond Likert? Free-Text Responses in COVID-19 Obesity Surveys. *Obesity*, 28(12), 2268–2271. <https://doi.org/10.1002/oby.23037>
- Voutilainen, A., Pitkäaho, T., Kvist, T., & Vehviläinen-Julkunen, K. (2016). How to ask about patient satisfaction? The visual analogue scale is less vulnerable to confounding
- Copyright (c) 2024 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi

- factors and ceiling effect than a symmetric Likert scale. *Journal of Advanced Nursing*, 72(4), 946–957. <https://doi.org/10.1111/jan.12875>
- Westland, J. C. (2022). Information loss and bias in likert survey responses. *PLOS ONE*, 17(7), e0271949. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271949>
- Wu, R., & Yu, Z. (2024). Do AI chatbots improve students learning outcomes? Evidence from a meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 55(1), 10–33. <https://doi.org/10.1111/bjet.13334>
- Yang, H., Gao, C., & Shen, H. (2024). Learner interaction with, and response to, AI-programmed automated writing evaluation feedback in EFL writing: An exploratory study. *Education and Information Technologies*, 29(4), 3837–3858. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11991-3>