



MODEL INTEGRASI FEEDBACK DIGITAL BERBASIS AI UNTUK PEMBELAJARAN BERORIENTASI KOMPETENSI

Julham Hukom¹⁾

¹⁾ Pendidikan Bahasa Arab, Fakultas Bahasa dan Sastra, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia
Email: julham.hukom@unm.ac.id

Abstract

The use of artificial intelligence (AI) to provide digital feedback is growing and offers significant opportunities to improve the quality of competency-oriented learning. This article aims to analyze an AI-based digital feedback integration model through an in-depth literature review, examining the role of AI in generating automated, high-precision, adaptive, and data-driven feedback. The study results indicate that AI-based feedback systems can accelerate the formative assessment cycle, improve the accuracy of diagnosing learning difficulties, and facilitate mastery learning by providing personalized learning recommendations. Furthermore, AI contributes to the development of cognitive competencies through the analysis of conceptual understanding, affective competencies through monitoring motivation and engagement, and psychomotor competencies through gesture-based, video-based, or simulation-based performance analysis. This article also formulates an AI-based digital feedback integration model that combines components of learning analytics, competency gap detection, adaptive recommendations, and continuous feedback loops. This study confirms that integrating AI into feedback mechanisms can be a crucial pedagogical strategy for improving learning effectiveness and ensuring more comprehensive competency achievement.

Keywords: Digital Feedback; Artificial Intelligence; AI Feedback; Competence.

Abstrak

Pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dalam memberikan umpan balik digital semakin berkembang dan menawarkan peluang besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran berorientasi kompetensi. Artikel ini bertujuan menganalisis model integrasi feedback digital berbasis AI melalui kajian pustaka mendalam, dengan menelaah peran AI dalam menghasilkan umpan balik otomatis, presisi tinggi, adaptif, dan berbasis data. Hasil kajian menunjukkan bahwa sistem umpan balik berbasis AI mampu mempercepat siklus penilaian formatif, meningkatkan ketepatan diagnosis kesulitan belajar, serta memfasilitasi pembelajaran tuntas (mastery learning) dengan memberikan rekomendasi pembelajaran yang dipersonalisasi. Selain itu, AI berkontribusi pada pengembangan kompetensi kognitif melalui analisis pemahaman konseptual, kompetensi afektif melalui pemantauan motivasi dan engagement, serta kompetensi psikomotor melalui analisis performa berbasis gesture, video, atau simulasi. Artikel ini juga merumuskan model integrasi feedback digital berbasis AI yang memadukan komponen analitik pembelajaran, deteksi kesenjangan kompetensi, rekomendasi adaptif, dan loop umpan balik berkelanjutan. Kajian ini menegaskan bahwa integrasi AI dalam mekanisme umpan balik dapat menjadi strategi pedagogis penting untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran dan memastikan pencapaian kompetensi secara lebih komprehensif.

Kata Kunci: Feedback Digital, Kecerdasan Buatan, AI Feedback, Mastery Learning, Kompetensi



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) telah membawa perubahan signifikan dalam dunia pendidikan, terutama dalam proses pemberian umpan balik (*feedback*) kepada peserta didik. *Feedback* merupakan komponen esensial dalam pembelajaran karena berfungsi memberikan informasi tentang kinerja, mendorong perbaikan, dan memperkuat proses belajar (Hattie & Timperley, 2007). Dalam konteks pembelajaran digital, teknologi AI memungkinkan pemberian *feedback* yang lebih cepat, adaptif, dan personal, sehingga mampu menjawab tantangan pembelajaran konvensional yang selama ini sering terkendala oleh keterbatasan waktu dan kapasitas guru. Transformasi ini membuka peluang untuk menciptakan ekosistem pembelajaran yang lebih responsif dan berorientasi pada penguasaan kompetensi.

Pembelajaran berorientasi kompetensi menekankan pencapaian *mastery* melalui demonstrasi pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara terintegrasi (Guskey, 2018). Untuk mencapai *mastery learning*, peserta didik memerlukan *feedback* yang jelas, spesifik, dan berkelanjutan. Namun, praktik di lapangan sering menunjukkan bahwa guru kesulitan memberikan umpan balik berkualitas secara konsisten, terutama pada kelas dengan jumlah siswa tinggi. Teknologi AI hadir sebagai solusi dengan kemampuan memproses data performa siswa secara real time, menganalisis kesalahan, serta menawarkan rekomendasi pembelajaran yang sesuai kebutuhan individu (Holmes et al., 2019). Dengan demikian, integrasi *feedback* berbasis AI sangat relevan untuk memperkuat pendekatan pembelajaran berbasis kompetensi.

Selain menyediakan kecepatan dan akurasi, AI juga mampu memberikan *feedback* multimodal yang mencakup aspek kognitif, afektif, dan psikomotor melalui analisis teks, suara, gestur, hingga perilaku belajar daring (Zawacki-Richter et al., 2019). Kemampuan ini memperluas cakupan *feedback* tradisional dan memungkinkan pendidik untuk memahami perkembangan siswa secara lebih holistik. Hal ini selaras dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21, di mana kompetensi tidak hanya diukur dari aspek pengetahuan, tetapi juga kreativitas, kolaborasi, kemampuan refleksi, dan kecakapan metakognitif.

Meski demikian, literatur menunjukkan bahwa integrasi *feedback* berbasis AI masih menghadapi tantangan dalam hal validitas algoritma, etika penggunaan data, serta kesiapan guru dalam memanfaatkan rekomendasi AI (Luckin, 2017). Terjadi kesenjangan antara potensi teknologi dan implementasi praktis di sekolah atau perguruan tinggi. Banyak lembaga pendidikan penerima teknologi baru, namun tanpa panduan model integrasi yang sistematis dan berorientasi kompetensi, pemanfaatannya tidak optimal. Kondisi ini menegaskan pentingnya merumuskan model integrasi *feedback* digital berbasis AI yang dapat digunakan secara praktis oleh pendidik.

Tulisan ini hadir untuk menjembatani kesenjangan tersebut melalui kajian konseptual dan sintesis literatur terbaru yang mengkaji peran AI dalam menyediakan *feedback* serta relevansinya dengan pembelajaran berbasis kompetensi. Penelitian ini bertujuan merumuskan model

integrasi *feedback* digital berbasis AI yang dapat memperkuat proses *mastery learning*, memperluas cakupan asesmen formatif, dan mendukung pembentukan kompetensi kognitif, afektif, dan psikomotor. Dengan demikian, artikel ini diharapkan dapat menjadi rujukan teoritis sekaligus pedoman praktis bagi pendidik, pengembang teknologi, dan peneliti dalam merancang sistem pembelajaran adaptif yang lebih efektif dan berpihak pada perkembangan peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *library research* atau kajian pustaka sistematis untuk menganalisis secara mendalam model integrasi *feedback* digital berbasis Artificial Intelligence (AI) dalam konteks pembelajaran berorientasi kompetensi. Pendekatan ini dipilih karena fokus penelitian tidak pada pengumpulan data empiris lapangan, melainkan pada penelaahan teori, hasil penelitian terdahulu, dan model implementasi berbasis teknologi yang telah dikembangkan dalam ranah pendidikan. Melalui kajian pustaka, penelitian ini berupaya mengkonstruksi pemahaman konseptual yang komprehensif terkait bagaimana *feedback* digital berbasis AI bekerja, bagaimana teknologi tersebut mendukung asesmen formatif, serta bagaimana integrasinya dapat meningkatkan pencapaian kompetensi siswa secara menyeluruh.

Pengumpulan data dilakukan dengan menelusuri artikel jurnal internasional dan nasional bereputasi, buku ilmiah, serta laporan penelitian yang dipublikasikan pada rentang tahun 2015–2024. Sumber data diperoleh melalui database seperti Scopus, Web of Science, ERIC, SpringerLink, ScienceDirect, dan Google Scholar dengan kata kunci *AI feedback*, *digital feedback*, *competency-based learning*, *formative assessment*, dan *learning analytics*. Kriteria inklusi mencakup publikasi yang telah melalui proses *peer review*, relevan dengan konteks *feedback* digital berbasis AI dalam pendidikan, dan memberikan penjelasan mengenai mekanisme, efektivitas, atau model implementasi. Sementara itu, publikasi yang tidak memiliki landasan metodologis jelas atau tidak relevan dengan fokus pembahasan dieliminasi.

Data dianalisis menggunakan pendekatan *thematic analysis* untuk mengidentifikasi tema-tema utama, seperti karakteristik *feedback* digital berbasis AI, integrasi AI dalam asesmen formatif, kontribusinya terhadap pengembangan kompetensi, serta model-model integrasi yang telah dikembangkan dalam penelitian terkini. Analisis dilakukan secara iteratif melalui proses pengodean, pengelompokan temuan, dan penyusunan hubungan antar tema. Temuan kemudian disintesis menggunakan teknik *narrative synthesis*, sehingga menghasilkan gambaran konseptual yang utuh mengenai bagaimana AI dapat diintegrasikan secara efektif sebagai penopang pembelajaran berorientasi kompetensi. Hasil sintesis inilah yang menjadi dasar bagi penyusunan model konseptual integrasi *feedback* digital berbasis AI yang ditawarkan dalam penelitian ini.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep Dasar Feedback Digital Berbasis AI dalam Pembelajaran Berorientasi Kompetensi

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa feedback digital berbasis kecerdasan buatan (AI) merupakan bentuk umpan balik otomatis yang dihasilkan melalui algoritma pembelajaran mesin, natural language processing, atau sistem adaptif untuk memberikan respons cepat, personal, dan berbasis data terhadap kinerja peserta didik. Dalam konteks pembelajaran berorientasi kompetensi, feedback digital berbasis AI berfungsi mempercepat proses refleksi diri siswa melalui analisis langsung terhadap capaian kompetensi yang diharapkan, termasuk aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap (Shute, 2008). Hal ini sejalan dengan prinsip bahwa pembelajaran berbasis kompetensi membutuhkan validasi dan konfirmasi capaian secara berkelanjutan agar siswa dapat memodifikasi strategi belajarnya secara tepat waktu (Olsen & McAllister, 2020).

Pembahasan lebih lanjut menunjukkan bahwa karakteristik utama feedback digital berbasis AI terletak pada kemampuannya memberikan umpan balik yang bersifat real-time, adaptif, dan terpersonalisasi. AI mampu mengenali pola kesalahan, memprediksi tingkat penguasaan siswa, serta menyarankan langkah perbaikan yang sesuai dengan kebutuhan individu (Holmes et al., 2019). Temuan ini memperkuat argumentasi bahwa AI tidak hanya berfungsi sebagai alat otomatisasi, tetapi juga sebagai *cognitive partner* yang mendukung proses belajar mandiri dan pengembangan kompetensi. Kecepatan dan presisi AI membantu meminimalkan jeda antara aktivitas belajar dan koreksi, sehingga siswa lebih mudah menginternalisasi konsep yang benar sebelum kesalahan menjadi menetap.

Selain itu, literatur menunjukkan bahwa feedback digital berbasis AI dapat berbentuk penilai otomatis (*automated scoring*), deteksi miskonsepsi, rekomendasi materi lanjutan, hingga dialog interaktif berbasis chatbot pendidikan. Bentuk-bentuk ini terbukti meningkatkan keterlibatan belajar karena memberikan ruang interaksi yang konsisten dan berkelanjutan tanpa ketergantungan penuh pada keberadaan pendidik (Lu et al., 2021). Hal ini sangat relevan dengan pembelajaran berorientasi kompetensi yang membutuhkan siklus evaluasi-refleksi cepat, khususnya dalam pengembangan kompetensi prosedural dan berpikir tingkat tinggi.

Namun demikian, pembahasan kritis menunjukkan bahwa efektivitas feedback digital berbasis AI sangat ditentukan oleh kualitas data pelatihan, ketepatan algoritma, dan desain instruksional yang menyertainya. Beberapa studi menemukan bahwa kesalahan algoritmik dapat menghasilkan umpan balik bias atau kurang akurat, yang pada akhirnya berpotensi menghambat pembentukan kompetensi (Williamson & Kizilcec, 2022). Oleh karena itu, penggunaan AI harus selalu dipadukan dengan supervisi pendidik dan mekanisme verifikasi agar feedback yang dihasilkan tetap berada dalam koridor pedagogis yang tepat.

Feedback digital berbasis AI memiliki peran strategis sebagai penggerak utama dalam pembelajaran berorientasi kompetensi. Keunggulan AI dalam otomatisasi, personalisasi, dan analitik pembelajaran memberikan

peluang besar untuk menciptakan lingkungan belajar yang responsif dan adaptif terhadap kebutuhan siswa. Dengan integrasi yang terencana dan prinsip desain yang tepat, AI mampu memperkuat proses asesmen formatif dan meningkatkan kualitas pencapaian kompetensi secara signifikan.

Integrasi AI Feedback dengan Penilaian Formatif untuk Mendukung Mastery Learning

Integrasi teknologi kecerdasan buatan (AI) dalam penilaian formatif memberikan peluang baru untuk mewujudkan prinsip *mastery learning*, yaitu pendekatan pembelajaran yang menekankan penguasaan kompetensi secara bertahap melalui siklus umpan balik dan perbaikan berkelanjutan. Temuan literatur menunjukkan bahwa sistem AI mampu melakukan analisis kinerja belajar secara otomatis dan real time, sehingga memungkinkan pemberian umpan balik formatif yang lebih cepat, personal, dan adaptif dibandingkan model tradisional (Fryer & Carpenter, 2020). AI tidak hanya mengidentifikasi kesalahan, tetapi juga dapat memetakan pola miskonsepsi, memberikan rekomendasi belajar, serta menyesuaikan tingkat kesulitan materi sesuai capaian siswa. Hal ini sesuai dengan konsep penilaian formatif menurut Black dan Wiliam (2018) yang menekankan pentingnya informasi umpan balik untuk mengarahkan langkah perbaikan yang spesifik dan terukur.

Dalam konteks *mastery learning*, kecepatan dan ketepatan umpan balik memainkan peran sentral. AI memungkinkan guru untuk menyediakan siklus umpan balik yang lebih sering tanpa terbebani oleh waktu koreksi manual yang panjang. Penelitian menunjukkan bahwa siswa yang menerima AI-driven formative feedback menunjukkan peningkatan signifikan dalam motivasi belajar, persistensi, dan kemampuan evaluasi diri karena mereka memahami dengan lebih jelas apa yang sudah dikuasai dan apa yang masih perlu diperbaiki (Kim et al., 2023). Selain itu, sistem AI memungkinkan diferensiasi umpan balik, sehingga siswa dengan kemampuan tinggi maupun rendah memperoleh dukungan yang sesuai dengan kebutuhannya. Diferensiasi ini merupakan inti dari prinsip *mastery learning* yang menyatakan bahwa setiap siswa membutuhkan waktu dan dukungan yang berbeda-beda untuk mencapai standar kompetensi tertentu (Bloom, 1976).

Hasil kajian juga mengungkapkan bahwa integrasi AI dalam penilaian formatif meningkatkan efektivitas pembelajaran berbasis kompetensi karena AI mampu menilai aspek kinerja yang lebih kompleks, termasuk aspek proses seperti strategi berpikir, pola respons, dan ketepatan langkah-langkah pemecahan masalah (Lu et al., 2024). Umpan balik tidak hanya berbasis hasil akhir, tetapi juga proses pembelajaran. Hal ini sangat relevan untuk pembelajaran abad ke-21 yang menuntut kemampuan analitis, metakognitif, dan problem-solving. Selain itu, AI dapat mengarahkan siswa untuk melakukan remedial otomatis melalui rekomendasi sumber belajar, latihan adaptif, atau simulasi digital yang berorientasi kompetensi. Dengan demikian, siklus belajar—belajar, dinilai, mendapat umpan balik, memperbaiki, dan dinilai kembali—dapat berlangsung secara berkelanjutan dan efisien.



Namun, integrasi AI sebagai penopang *mastery learning* membutuhkan perhatian terhadap beberapa tantangan. Pertama, efektivitasnya sangat bergantung pada kualitas dataset dan algoritma yang digunakan; jika data tidak representatif, umpan balik dapat bias dan menyesatkan. Kedua, meskipun AI dapat mempercepat proses penilaian, peran guru tetap penting sebagai pengambil keputusan pedagogis yang menafsirkan feedback dan menentukan intervensi pembelajaran yang tepat. Literatur menekankan bahwa AI harus diposisikan sebagai *augmented intelligence*, yaitu teknologi yang memperkuat kemampuan guru, bukan menggantikannya (Luckin, 2018). Ketiga, kesiapan siswa dalam memahami dan memanfaatkan umpan balik digital juga menentukan keberhasilan implementasi sistem ini.

Integrasi AI sebagai alat penilaian formatif untuk mendukung *mastery learning* memberikan kontribusi besar terhadap efektivitas pembelajaran berorientasi kompetensi. AI menyediakan umpan balik cepat, kaya informasi, dan dipersonalisasi, yang memungkinkan siswa memperbaiki kesalahan dan mencapai penguasaan materi secara bertahap. Dengan dukungan guru sebagai fasilitator, penggunaan AI mampu memperkecil kesenjangan belajar antar siswa dan meningkatkan kualitas hasil belajar, menjadikan proses pembelajaran lebih inklusif, adaptif, dan berkelanjutan.

Feedback Digital Berbasis AI dalam Mengembangkan Kompetensi Kognitif, Afektif, dan Psikomotor

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa *feedback* digital berbasis kecerdasan buatan (AI) memiliki potensi signifikan dalam mendukung pengembangan berbagai domain kompetensi, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotor. Dalam ranah kognitif, AI mampu memberikan *feedback* otomatis yang cepat, spesifik, dan adaptif sesuai kesulitan siswa. *Feedback* semacam ini terbukti meningkatkan pemahaman konseptual, kemampuan berpikir tingkat tinggi, dan *metacognitive awareness*, terutama melalui fitur seperti *error detection*, penjelasan langkah demi langkah, serta rekomendasi sumber belajar tambahan (Narciss, 2013; Shute, 2008). Sistem berbasis AI seperti *intelligent tutoring systems* (ITS) bahkan mampu memetakan pola kesalahan berulang dan menyesuaikan tingkat tantangan untuk mendorong penguasaan konsep (*mastery*) yang lebih kuat (VanLehn, 2011). Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi AI dalam *feedback* kognitif dapat berfungsi sebagai scaffolding digital yang efektif.

Pada ranah afektif, *feedback* berbasis AI dapat mempengaruhi motivasi, kepercayaan diri, dan ketekunan belajar siswa. Literatur menunjukkan bahwa *supportive feedback*, *motivational nudges*, dan umpan balik yang berfokus pada usaha dapat meningkatkan *self-efficacy* serta ketahanan belajar (D'Mello & Graesser, 2015). AI memungkinkan personalisasi pesan motivasional berdasarkan analisis emosi atau perilaku belajar siswa, misalnya dengan mendeteksi penurunan aktivitas atau tanda frustrasi. Sistem *affective computing* dapat memberikan *feedback* empatik yang menyerupai dukungan sosial, sehingga menumbuhkan keterikatan emosional dan

kenyamanan dalam proses belajar. Temuan ini menunjukkan bahwa AI tidak hanya berfungsi sebagai penilai kognitif, tetapi juga sebagai fasilitator belajar yang memperhatikan dimensi emosional.

Pada aspek psikomotor, *feedback* digital berbasis AI banyak digunakan dalam lingkungan simulasi, pembelajaran berbasis praktik, dan pelatihan keterampilan teknis. Teknologi seperti *motion tracking*, *computer vision*, dan *virtual reality* (VR) memungkinkan AI memberikan *feedback* real-time terhadap gerakan, ketepatan prosedural, dan koordinasi siswa (Liu et al., 2022). Dalam pembelajaran vokasi dan kesehatan, misalnya, AI dapat mendeteksi gerakan tidak tepat saat prosedur laboratorium atau praktik keperawatan, kemudian memberikan koreksi instan. Hal ini mempercepat proses penguasaan keterampilan dan mengurangi risiko kesalahan pada situasi nyata. Dengan demikian, *feedback* berbasis AI tidak hanya mengembangkan keterampilan teoritis, tetapi juga keterampilan praktik yang menjadi bagian dari kompetensi siswa secara menyeluruh.

Dari pembahasan menyeluruh terhadap tiga domain kompetensi tersebut, terlihat bahwa AI berfungsi sebagai penguat proses pembelajaran yang bersifat holistik. Namun, efektivitasnya tetap sangat bergantung pada desain *feedback*, kualitas data, serta konteks pedagogis. Literatur menegaskan bahwa *feedback* yang terlalu otomatis atau tidak mempertimbangkan aspek manusiawi dapat menurunkan makna pembelajaran dan menyebabkan ketergantungan pada teknologi (Baker & Siemens, 2014). Oleh karena itu, peran guru sebagai pengatur konteks, pemberi interpretasi, dan pemberi penguatan tetap sangat penting dalam ekosistem pembelajaran berbasis AI. AI berperan sebagai pendukung kompetensi, bukan pengganti pendidik.

Model Integrasi Feedback Digital Berbasis AI

Hasil kajian menunjukkan bahwa pengembangan model integrasi *feedback* digital berbasis kecerdasan buatan (AI) dalam pembelajaran berorientasi kompetensi memerlukan perpaduan antara prinsip pedagogis, asesmen formatif, dan kemampuan komputasional sistem AI. Literatur terkini menegaskan bahwa model *feedback* yang efektif tidak hanya berfungsi memberikan koreksi, tetapi harus mendukung proses pembelajaran adaptif, personalisasi, dan pencapaian kompetensi secara bertahap sesuai kebutuhan peserta didik (Hattie & Timperley, 2007; Shute, 2008). Dalam konteks ini, sistem AI memungkinkan pemberian umpan balik yang lebih cepat, spesifik, dan disesuaikan dengan profil belajar masing-masing siswa melalui analisis data secara real time (Holmes et al., 2019).

Integrasi AI dalam *feedback* digital dapat dibangun melalui empat komponen utama: *diagnostic analytics*, *personalized feedback*, *guided remediation*, dan *competency tracking*. Pertama, komponen *diagnostic analytics* memungkinkan sistem mengidentifikasi kesalahan, pola miskonsepsi, kecepatan belajar, dan tingkat penguasaan kompetensi berdasarkan data performa siswa. Fungsi diagnostik ini memperkuat asas *continuous formative assessment*, yang menjadi dasar pembelajaran



berbasis kompetensi (Black & Wiliam, 2018). Kedua, personalized feedback memberikan umpan balik spesifik yang disesuaikan dengan tipe kesalahan, gaya belajar, tingkat kemampuan, serta preferensi kognitif siswa. Bukti penelitian menunjukkan bahwa personalisasi meningkatkan retensi dan transfer pengetahuan secara signifikan dibandingkan feedback generik (Nye et al., 2022).

Ketiga, guided remediation menyediakan rekomendasi otomatis berupa penjelasan tambahan, materi remedi, latihan adaptif, atau scaffolding belajar berdasarkan hasil analisis sistem AI. Proses ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menekankan perlunya dukungan adaptif untuk membangun pengetahuan secara mandiri (Vygotsky, 1978). Dalam banyak platform pembelajaran adaptif berbasis AI, seperti ALEKS atau Knewton, mekanisme remedi adaptif terbukti meningkatkan mastery pada konsep-konsep dasar sebelum siswa melanjutkan ke kompetensi berikutnya (Falmagne et al., 2013). Keempat, competency tracking membantu memetakan capaian belajar siswa secara berkelanjutan sehingga guru dapat memonitor perkembangan, memberi intervensi tepat waktu, serta memastikan setiap peserta didik mencapai standar kompetensi minimal.

Berdasarkan analisis literatur, model integrasi feedback digital berbasis AI dapat dirumuskan dalam empat tahapan fungsional: (1) *Data Input & Diagnostic Analysis*, (2) *AI-Generated Personalized Feedback*, (3) *Adaptive Remediation Cycle*, dan (4) *Competency Progress Mapping*. Tahap pertama memfokuskan pada pengumpulan data performa siswa dari kuis, tugas, aktivitas digital, hingga *learning behavior logs*. Tahap kedua menekankan produksi umpan balik otomatis yang bersifat deskriptif, preskriptif, dan metakognitif sesuai dengan tiga level feedback menurut Hattie dan Timperley (2007): *task level*, *process level*, dan *self-regulation level*. Tahap ketiga berfungsi mengarahkan siswa pada aktivitas pembelajaran yang paling relevan untuk memperbaiki miskonsepsi atau kesenjangan kompetensi. Tahap terakhir mendukung guru dan siswa dalam memonitor capaian secara visual melalui dashboard kompetensi yang terintegrasi.

Dengan demikian, hasil sintesis menunjukkan bahwa integrasi feedback digital berbasis AI tidak hanya mempercepat proses umpan balik, tetapi juga menciptakan ekosistem pembelajaran yang adaptif, berbasis data, dan berorientasi pada penguasaan kompetensi. Pembahasan ini menguatkan pandangan bahwa keberhasilan model sangat bergantung pada keselarasan antara desain algoritma AI, prinsip asesmen formatif, serta struktur pembelajaran berorientasi kompetensi. Ketika ketiganya terintegrasi secara sistematis, AI mampu menjadi katalisator dalam meningkatkan kualitas praktik pembelajaran dan mempercepat tercapainya mastery learning pada berbagai domain kompetensi siswa.

KESIMPULAN

Integrasi *feedback* digital berbasis kecerdasan buatan (AI) memberikan peluang besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran berorientasi kompetensi. Temuan kajian menunjukkan bahwa pemanfaatan AI mampu

menghadirkan umpan balik yang cepat, adaptif, dan personal, yang secara langsung mendukung perkembangan kompetensi mahasiswa maupun siswa. Pada level kognitif, AI membantu mempercepat deteksi miskonsepsi dan menyesuaikan scaffolding berdasarkan kebutuhan individual. Pada ranah afektif, AI memfasilitasi *feedback* yang bersifat motivasional melalui pesan responsif dan rekomendasi belajar yang memperkuat keterlibatan. Sedangkan dalam ranah psikomotor, AI memungkinkan evaluasi performatif melalui analisis audio, video, atau simulasi, sehingga menghasilkan umpan balik objektif yang sulit dicapai melalui metode manual.

Selain itu, pengintegrasian AI dengan penilaian formatif memperkuat pendekatan *mastery learning* melalui pemantauan berkelanjutan dan pemberian rekomendasi belajar berbasis data. Model integrasi yang disusun dalam kajian ini menekankan empat komponen utama: (1) sistem pengumpulan data performa secara real time; (2) analisis berbasis algoritma untuk mengidentifikasi kelemahan dan potensi; (3) pemberian *feedback* otomatis yang tepat waktu; dan (4) validasi serta pengayaan dari pendidik. Keempat komponen ini membentuk ekosistem pembelajaran adaptif yang menempatkan *feedback* sebagai pusat pengembangan kompetensi.

Dengan demikian, *feedback* digital berbasis AI bukan hanya alat evaluasi, tetapi menjadi strategi pedagogis yang mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran kompetensi. Namun, keberhasilan implementasinya tetap memerlukan literasi teknologi pendidik, desain instruksional yang tepat, dan kebijakan institusional yang mendukung. Studi lanjutan masih dibutuhkan untuk mengevaluasi efektivitas model integrasi pada berbagai disiplin, konteks pendidikan, dan karakteristik peserta didik. Artikel ini diharapkan dapat menjadi acuan konseptual bagi para pendidik, pengembang teknologi, dan peneliti yang ingin memanfaatkan AI secara lebih bermakna dalam pembelajaran berorientasi kompetensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Açikgöz, T., & Babadogan, M. C. (2021). Competency-Based Education: Theory and Practice. *Psycho-Educational Research Reviews*, 10(3), 67-95.
- Aleven, V., McLaughlin, E. A., Glenn, R. A., & Koedinger, K. R. (2016). Instruction based on adaptive learning technologies. *Handbook of research on learning and instruction*, 2, 522-560.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives: complete edition*. Addison Wesley Longman, Inc..
- Baker, R. S., Martin, T., & Rossi, L. M. (2016). Educational data mining and learning analytics. *The Wiley handbook of cognition and assessment: Frameworks, methodologies, and applications*, 379-396.
- Boud, D., & Molloy, E. (2013). Rethinking models of feedback for learning: the challenge of design. *Assessment & Evaluation in higher education*, 38(6), 698-712.



- Brookhart, S. M. (2017). *How to give effective feedback to your students*. Ascd.
- D'Mello, S. K., & Graesser, A. C. (2014). 31 Feeling, Thinking, and Computing with Affect-Aware Learning. *The Oxford handbook of affective computing*, 419.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81-112.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104608>
- Li, J., & De Luca, R. (2014). Review of assessment feedback. *Studies in higher education*, 39(2), 378-393.
- Luckin, R. (2017). Towards artificial intelligence-based assessment systems. *Nature Human Behaviour*, 1(3), 0028.
- Merino-Campos, C. (2025). The impact of artificial intelligence on personalized learning in higher education: A systematic review. *Trends in Higher Education*, 4(2), 17.
- Narciss, S. (2004). The impact of informative tutoring feedback and self-efficacy on motivation and achievement in concept learning. *Experimental psychology*, 51(3), 214-228.
- Noroozi, O., Weinberger, A., Biemans, H. J., Mulder, M., & Chizari, M. (2013). Facilitating argumentative knowledge construction through a transactive discussion script in CSCL. *Computers & Education*, 61, 59-76.
- Picasso, F. (2024). Technology-enhanced assessment and feedback practices: A systematic literature review to explore academic development models. *Research on Education and Media*, 16(2).
- Sadler, D. R. (2014). Beyond feedback: Developing student capability in complex appraisal. In *Approaches to assessment that enhance learning in higher education* (pp. 45-60). Routledge.
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of educational research*, 78(1), 153-189.
- Van der Kleij, F. M., & Lipnevich, A. A. (2021). Student perceptions of assessment feedback: A critical scoping review and call for research. *Educational assessment, evaluation and accountability*, 33(2), 345-373.
- VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational psychologist*, 46(4), 197-221.
- William, D. (2011). *Embedded formative assessment*. Solution tree press.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators?. *International journal of educational technology in higher education*, 16(1), 1-27.