



REFLEKSI PEMBELAJARAN
INOVATIF

P-ISSN. 2654-6086

E-ISSN. 2656-3991

Direktorat Pengembangan
Akademik (DPA), Universitas
Islam Indonesia (UII)

Riwayat Artikel:

Diterima: September 26, 2025

Direvisi: Desember 1, 2025

Diterima: Desember 31, 2025

Jenis Artikel: Penelitian Empiris

Yuli Agusti Rochman

Prodi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia
Jalan Kaliurang Km 14,5
Yogyakarta, Indonesia

Corresponding Author:

✉ gusti@uui.ac.id



This is an open access under
CC-BY-SA license

Pengembangan model pembelajaran berbasis proyek dengan kecerdasan buatan pada mata kuliah pengendalian dan penjaminan mutu

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas model pembelajaran inovatif, yaitu *Computerized Adaptive Testing* (CAT) berbasis kecerdasan buatan dengan pendekatan Taksonomi Bloom, *Problem-Based Learning* (PBL) melalui kunjungan industri, dan *Project-Based Learning* (PBL) dengan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), dalam meningkatkan capaian pembelajaran mata kuliah Pengendalian dan Penjaminan Mutu di Program Studi Teknik Industri. Metode yang digunakan adalah *classroom action research* dengan instrumen berupa pre-test dan post-test berbasis CAT-AI, observasi pada kegiatan kunjungan industri, serta evaluasi proyek FMEA. Data dikumpulkan dari hasil tes, laporan proyek, presentasi, refleksi mahasiswa, dan kuesioner kepuasan, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif untuk menilai ketercapaian CPMK, kepuasan mahasiswa, dan efektivitas metode pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada pemahaman mahasiswa. Pada CAT-AI, persentase jawaban benar meningkat dari 53,8% menjadi 100% pada CPMK 1, serta dari 66,7% menjadi 94,3% pada CPMK 2. Melalui kunjungan industri, mahasiswa mampu mengidentifikasi masalah mutu, menganalisis penerapan TQM, ISO 9001, dan QC tools, serta merumuskan solusi praktis sesuai konteks lapangan. Pada proyek berbasis FMEA, mahasiswa berhasil menyusun analisis risiko, laporan, presentasi, dan video publikasi yang memperluas dampak pembelajaran, sekaligus mengasah keterampilan abad 21 seperti kolaborasi, komunikasi, kreativitas, dan pemecahan masalah. Evaluasi capaian CPMK menunjukkan ketercapaian 100% untuk CPMK 1 dan 2, serta peningkatan dari baseline 96% menjadi 100% pada CPMK 3. Tingkat kepuasan mahasiswa mencapai 90,5%, sedikit di bawah target yang ditetapkan. Penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya diterapkan pada satu mata kuliah dan satu periode akademik sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan secara luas. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dengan cakupan lebih besar, integrasi lintas mata kuliah, dan pemanfaatan platform digital interaktif direkomendasikan untuk meningkatkan pengalaman belajar mahasiswa. Secara praktis, integrasi CAT-AI, PBL-Industrial Visit, dan PBL-FMEA terbukti mampu meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan teknis, serta kemampuan analitis mahasiswa, sehingga dapat menjadi model pembelajaran inovatif yang relevan dengan kebutuhan dunia industri.

Kata kunci: Computerized adaptive testing, FMEA, pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran berbasis proyek, pengendalian mutu.

Sitasi: Rochman, Y. A. (2025). Pengembangan model pembelajaran berbasis proyek dengan kecerdasan buatan pada mata kuliah pengendalian dan penjaminan mutu. *Refleksi Pembelajaran Inovatif*, 5 (2), 699-718
<https://doi.org/10.20885/rpi.vol5.iss2.art1>

Abstract

This study aims to evaluate the effectiveness of innovative learning models, namely Computerized Adaptive Testing (CAT) based on Artificial Intelligence with Bloom's Taxonomy approach, Problem-Based Learning (PBL) through industrial visits, and Project-Based Learning (PBL) with the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) method, in improving learning outcomes in the Quality Control and Assurance course of the Industrial Engineering Program. The research employed a classroom action research design with instruments including AI-based CAT pre-tests and post-tests, observations during industrial visits, and FMEA-based project evaluations. Data were collected from test results, project reports, presentations, student reflections, and satisfaction questionnaires, and analyzed using both quantitative and qualitative descriptive methods to assess the achievement of CPMK (course learning outcomes), student satisfaction, and the effectiveness of learning methods. The results indicate significant improvements in students' understanding. In AI-based CAT, the percentage of correct answers increased from 53.8% to 100% for CPMK 1, and from 66.7% to 94.3% for CPMK 2. Through industrial visits, students were able to identify quality-related problems, analyze the implementation of TQM, ISO 9001, and QC tools, and formulate practical solutions based on real industrial contexts. In FMEA-based projects, students successfully developed risk analyses, reports, presentations, and video publications that extended the impact of learning while enhancing 21st-century skills such as collaboration, communication, creativity, and problem-solving. Evaluation of learning outcomes showed full achievement (100%) for CPMK 1 and 2, and an increase from a 96% baseline to 100% for CPMK 3. Student satisfaction reached 90.5%, slightly below the expected target. This study is limited to one course within a single academic period; thus, the findings cannot yet be generalized broadly. Further research with broader coverage, cross-course integration, and the use of interactive digital platforms is recommended to enhance student learning experiences. Practically, the integration of AI-based CAT, PBL-Industrial Visits, and PBL-FMEA has proven effective in strengthening conceptual mastery, technical skills, and analytical abilities, making it a relevant and innovative learning model aligned with industry needs.

Keywords: Computerized adaptive testing, FMEA, problem-based learning, project-based learning, quality assurance.

Sitasi: Rochman, Y. A. (2025). Pengembangan model pembelajaran berbasis proyek dengan kecerdasan buatan pada mata kuliah pengendalian dan penjaminan mutu. *Refleksi Pembelajaran Inovatif*, 5 (2), 699-718
<https://doi.org/10.20885/rpi.vol5.iss2.art1>

Pendahuluan

Mata kuliah Pengendalian dan Penjaminan Mutu (PPM) memiliki peran krusial dalam membekali mahasiswa dengan keterampilan analitis dan praktis untuk memastikan kualitas dalam proses industri dan layanan. Dalam era industri 4.0 yang semakin mengandalkan otomatisasi dan kecerdasan buatan, pendekatan tradisional dalam pembelajaran perlu diperbarui agar lebih relevan dengan tuntutan industri. Pembelajaran yang hanya berbasis teori cenderung kurang efektif dalam membangun pemahaman mendalam dan keterampilan *problem-solving* yang dibutuhkan di dunia kerja. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan metode *Project-Based Learning* (PBL) dengan dukungan Artificial Intelligence (AI), sehingga mahasiswa dapat mengalami proses pembelajaran yang lebih aplikatif, inovatif, dan sesuai dengan perkembangan teknologi. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis mahasiswa dalam pengendalian mutu, tetapi juga mengasah kemampuan analisis, kolaborasi, dan pengambilan keputusan berbasis data, yang merupakan kompetensi kunci bagi lulusan Teknik Industri.

Saat ini, mata kuliah PPM diampu dengan pendekatan pembelajaran yang masih didominasi oleh metode konvensional, seperti perkuliahan tatap muka, diskusi kelas, serta tugas individu maupun kelompok berbasis studi kasus. Meskipun metode ini telah memberikan pemahaman konseptual yang baik, tetapi belum mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan penerapan konsep dalam situasi nyata (Freeman et al., 2014; Prince & Felder, 2006). Selain itu, evaluasi pembelajaran cenderung berbasis ujian dan tugas tertulis, yang belum sepenuhnya mencerminkan kemampuan mahasiswa dalam menerapkan prinsip-prinsip pengendalian mutu dalam situasi industri yang kompleks dan dinamis. Dalam era digital dan industri 4.0, akses terhadap data dan teknologi kecerdasan buatan semakin terbuka, namun pemanfaatannya dalam proses pembelajaran masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam metode pembelajaran yang lebih aplikatif dan berbasis proyek untuk meningkatkan pengalaman belajar mahasiswa serta memperkuat keterampilan mereka dalam menerapkan konsep PPM secara efektif.

Pelaksanaan mata kuliah PPM menghadapi tantangan dalam keterlibatan mahasiswa yang rendah akibat dominasi teori dan ujian, serta kesulitan dalam memahami dan mengaplikasikan konsep statistik dan teknik analisis mutu, seperti Statistical Process Control (SPC), Six Sigma, dan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Selain itu, keterbatasan pemanfaatan AI dan analitik data dalam pembelajaran juga menjadi kendala. Pembelajaran modern memanfaatkan teknologi digital, analitik data, serta kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) untuk melakukan pemantauan kualitas secara real-time, mendeteksi anomali proses, serta menghasilkan rekomendasi perbaikan secara otomatis (Akavova et al., 2023; Zhao, 2024). Oleh karena itu, pengembangan PBL yang didukung AI menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan keterlibatan mahasiswa, memungkinkan mereka menganalisis studi kasus berbasis data nyata, dan menyusun strategi perbaikan, sekaligus mendukung evaluasi dan berbasis kolaborasi guna mengasah keterampilan *problem-solving* dan pengambilan keputusan yang relevan dengan kebutuhan industri 4.0.

Inovasi pembelajaran berbasis proyek yang didukung oleh AI dalam mata kuliah PPM dirancang untuk mengatasi berbagai tantangan yang ada, dengan menerapkan PBL yang melibatkan mahasiswa secara langsung dalam proyek nyata yang menuntut analisis dan pemecahan masalah berbasis data (Kamaruddin et al., 2024). Pendekatan ini akan mengatasi kurangnya keterlibatan mahasiswa dalam pembelajaran dan menjadikan mereka lebih proaktif

dalam memahami konsep pengendalian mutu. Pemanfaatan AI dalam analisis data mutu akan membantu mahasiswa dalam menginterpretasikan informasi yang kompleks, mengatasi kesulitan dalam memahami statistik dan teknik analisis mutu, serta memberikan rekomendasi otomatis untuk perbaikan proses dan mendeteksi pola serta anomali dalam sistem mutu. Di sisi evaluasi, penerapan *peer assessment* berbasis AI memungkinkan mahasiswa memberikan umpan balik yang lebih objektif dan akurat, serta mendukung dosen dalam memantau progres belajar mahasiswa secara real-time, sehingga intervensi dapat dilakukan lebih cepat jika diperlukan. Dengan inovasi ini, mahasiswa tidak hanya memperoleh pemahaman teoritis yang lebih baik, tetapi juga mengasah keterampilan *problem-solving*, analisis data, dan pengambilan keputusan berbasis teknologi, menjadikan pembelajaran lebih relevan dengan kebutuhan industri 4.0 dan meningkatkan kesiapan mereka menghadapi tantangan dunia kerja.

Orientasi dan tema pengajaran yang berfokus pada perubahan pola belajar mahasiswa *digital native* serta adaptasi terhadap perkembangan AI sangat relevan dengan inovasi yang diusulkan dalam pengembangan model pembelajaran berbasis proyek pada mata kuliah PPM. Mahasiswa cenderung memiliki gaya belajar yang berbasis teknologi dan serba cepat, sehingga metode pembelajaran konvensional yang bersifat satu arah tidak lagi efektif dalam membangun keterlibatan mereka. Oleh karena itu, inovasi PBL yang didukung AI menjadi solusi untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih aktif, kolaboratif, dan sesuai dengan kebutuhan individu (Elwarraki et al., 2023; Zeng et al., 2025). Pemanfaatan AI dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi pembelajaran juga sejalan dengan kebutuhan untuk mengadaptasi penetrasi teknologi dalam pendidikan, membantu mahasiswa untuk menggunakan AI secara etis dan produktif dalam meningkatkan pemahaman serta keterampilan mereka. Melalui integrasi AI, mahasiswa tidak hanya mendapatkan pembelajaran yang lebih relevan dan aplikatif, tetapi juga diarahkan untuk menggunakan teknologi ini sebagai sumber rujukan yang valid, mendukung proses berpikir kritis, dan pemecahan masalah secara profesional. Dengan demikian, inovasi ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran sekaligus memastikan penggunaan kecerdasan buatan dalam pendidikan diarahkan untuk tujuan yang lebih konstruktif dan bermanfaat.

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan efektivitas PBL dalam meningkatkan keterlibatan mahasiswa serta potensi pemanfaatan AI dalam pembelajaran adaptif, sebagian besar penelitian masih mengkaji kedua pendekatan tersebut secara terpisah. Penelitian mengenai penerapan PBL umumnya berfokus pada peningkatan aktivitas belajar dan keterampilan kolaboratif mahasiswa tanpa integrasi teknologi analitik berbasis AI. Sebaliknya, penelitian mengenai pemanfaatan AI dalam pendidikan lebih banyak menekankan pada pengembangan sistem asesmen atau pembelajaran adaptif tanpa mengaitkannya dengan pengalaman belajar berbasis proyek yang kontekstual. Dengan demikian, masih terdapat keterbatasan penelitian yang mengintegrasikan pembelajaran berbasis proyek dengan dukungan kecerdasan buatan secara sistematis dalam satu model pembelajaran yang utuh. Hal ini menunjukkan adanya celah penelitian (research gap) dalam pengembangan model pembelajaran yang mampu menggabungkan pendekatan experiential learning melalui proyek dengan pemanfaatan teknologi AI dalam proses pembelajaran dan evaluasi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pembelajaran berbasis proyek yang didukung oleh kecerdasan buatan pada mata kuliah Pengendalian dan Penjaminan Mutu. Model pembelajaran yang dikembangkan mengintegrasikan

beberapa komponen inovatif, yaitu asesmen adaptif berbasis AI melalui Computerized Adaptive Testing (CAT), kegiatan pembelajaran kontekstual melalui kunjungan industri, serta proyek analisis mutu berbasis metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi sistematis antara pendekatan Project-Based Learning, teknologi asesmen adaptif berbasis AI, serta pengalaman belajar kontekstual melalui proyek analisis mutu, sehingga menghasilkan model pembelajaran yang lebih aplikatif, adaptif, dan relevan.

Melalui pengembangan model pembelajaran ini, diharapkan mahasiswa tidak hanya memperoleh pemahaman konseptual mengenai pengendalian dan penjaminan mutu, tetapi juga mampu mengembangkan keterampilan analisis data, pemecahan masalah, serta pengambilan keputusan berbasis teknologi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis dalam inovasi pembelajaran di bidang teknik industri sekaligus memperkuat integrasi teknologi kecerdasan buatan dalam proses pendidikan tinggi.

Kajian Literatur

Pembelajaran Berbasis Proyek

Pembelajaran berbasis proyek (PBL) adalah model belajar yang menggunakan sebuah permasalahan sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan menyatukan pengetahuan baru berdasarkan pengalamannya dalam beraktivitas secara nyata (Maulidia et al., 2023). PBL merupakan pendekatan pedagogis yang melampaui metode instruksional tradisional dengan menekankan pembelajaran berbasis proyek yang berpusat pada siswa dan berbasis inkuiri, sehingga sering kali merefleksikan tantangan dunia nyata lapangan (Sugeng, 2024). Model pembelajaran berbasis proyek memiliki keunggulan dari karakteristiknya yaitu membantu siswa merancang proses untuk menentukan sebuah hasil, melatih siswa bertanggung jawab dalam mengelola informasi yang dilakukan pada sebuah proyek yang dan yang terakhir siswa yang menghasilkan sebuah produk nyata hasil siswa itu sendiri yang kemudian dipresentasikan dalam kelas (Dewi, 2022). Model pembelajaran berbasis proyek berguna dalam mendesain pembelajaran yang efektif sehingga cukup potensial untuk memenuhi tuntutan pembelajaran (Kamaruddin et al., 2023).

Model pembelajaran berbasis proyek membantu siswa dalam belajar : (1) pengetahuan dan keterampilan yang kokoh dan bermakna guna (meaningfull-use) yang dibangun melalui tugas-tugas dan pekerjaan yang otentik; (2) memperluas pengetahuan melalui keotentikan kegiatan kurikuler yang terkandung oleh proses kegiatan belajar melakukan perencanaan (*designing*) atau investigasi yang open-ended, dengan hasil atau jawaban yang tidak ditetapkan sebelumnya oleh perspektif tertentu; dan (3) membangun pengetahuan melalui pengalaman dunia nyata dan negosiasi kognitif antarpersonal yang berlangsung di dalam suasana kerja kolaboratif (Maulany et al., 2022). Keunggulan utamanya terletak pada kemampuannya menumbuhkan keterampilan seperti kolaborasi, komunikasi, kreativitas, dan pemecahan masalah (Sudatha & Agung, 2021; Williamson, 2023). Inovasi pembelajaran ini menempatkan mahasiswa pada posisi aktif dalam mengerjakan proyek nyata yang terkait dengan permasalahan yang relevan dengan dunia industri (Amarullah & Rachmawaty, 2020; Kamaruddin et al., 2024). Hal ini memungkinkan mahasiswa untuk belajar melalui pengalaman langsung, berkolaborasi dalam tim, dan mengembangkan keterampilan pemecahan masalah yang dapat langsung diterapkan (Fadhillah et al., 2023; Hart, 2019; Kurniawati, 2021).

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa PBL mampu meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan prestasi akademik siswa. Fadhillah et al. (2023) menemukan bahwa PBL menumbuhkan minat belajar, kepercayaan diri, dan kerja tim dalam kelas menulis, sementara Sudatha dan Agung (2021) membuktikan efektivitasnya dalam memaksimalkan pembelajaran daring serta mendorong akuisisi pengetahuan mendalam selama pandemi COVID-19. Lebih lanjut, Williamson (2023) melaporkan bahwa PBL meningkatkan pemahaman membaca siswa EFL melalui pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif, sedangkan Kurniawati (2021) menegaskan bahwa PBL menciptakan lingkungan belajar yang fleksibel untuk mengeksplorasi dan mengintegrasikan pengetahuan. Dari sisi pengembangan bahasa, PBL mendorong otonomi, meningkatkan keterampilan komunikatif, serta memfasilitasi penerapan bahasa dalam konteks nyata (Kırkgöz & Turhan, 2021), dan temuan ini diperkuat oleh Link (2023) yang menekankan peran teknologi dalam meningkatkan motivasi intrinsik, kemandirian belajar, dan kolaborasi. Selain itu, sifat kolaboratif PBL juga berkontribusi pada kesiapan kerja, sebagaimana dicatat Hart (2019) yang menyoroti pergeseran fokus dari keterampilan spesifik disiplin menuju keterampilan lintas bidang yang relevan dengan dunia profesional. Sejalan dengan itu, Amarullah dan Rachmawaty (2020) menemukan bahwa PBL mampu mengurangi kecemasan berbicara melalui interaksi dalam proyek berbasis drama. Dengan demikian, PBL terbukti tidak hanya meningkatkan capaian akademik, tetapi juga memperkuat keterampilan sosial dan profesional yang relevan dengan kebutuhan abad ke-21.

Kecerdasan Buatan

Dalam kajian literatur, teknologi dan AI telah terbukti memperkaya pengalaman belajar, terutama dalam mata kuliah yang melibatkan analisis data dan pengambilan keputusan berbasis informasi yang kompleks (Hasumi & Chiu, 2022; Mittelstadt, 2019; Munawaroh et al., 2022). Integrasi teknologi dan kecerdasan buatan (AI) dalam lingkungan pembelajaran, khususnya melalui Project-Based Learning (PBL), muncul sebagai pendekatan transformatif yang mampu mengembangkan keterampilan kritis sekaligus menjawab tuntutan pendidikan kontemporer. PBL berbasis teknologi terbukti mendorong kemandirian dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Abu-Ghuwaleh & Saffaf, 2023; Johnson & Griffin, 2024). Penggunaan AI dalam pembelajaran memungkinkan mahasiswa untuk menganalisis data dengan lebih efisien, mendeteksi pola atau anomali, serta mendapatkan rekomendasi otomatis untuk perbaikan sistem. Selain itu, AI dapat digunakan untuk memvisualisasikan data, mempermudah pemahaman terhadap konsep-konsep statistik dan analisis mutu yang cenderung sulit dipahami oleh mahasiswa. Dalam konteks ini, integrasi AI akan meningkatkan keterampilan analitis mahasiswa dan memperkenalkan mereka pada teknologi yang digunakan dalam industri 4.0.

Munawaroh et al. (2022) menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis teknologi dan AI membantu siswa menghadapi tantangan autentik dan meningkatkan keterampilan inkuiri. Di sisi lain, Hasumi dan Chiu (2022) menegaskan bahwa penguasaan teknologi oleh guru berpengaruh positif pada hasil belajar siswa, sehingga keterampilan pedagogis berbasis teknologi perlu diperkuat melalui pengembangan profesional. Peran AI semakin menonjol dalam mendukung PBL, misalnya melalui integrasi natural language processing dalam pendidikan STREAM, yang memungkinkan pembelajaran lebih personal dan adaptif (Abu-Ghuwaleh & Saffaf, 2023). Selain itu, pemanfaatan teknologi digital memperluas ruang lingkup PBL ke ranah daring; Johnson dan Griffin (2023) menemukan bahwa PBL online tetap interaktif dan berpusat pada siswa, bahkan mampu meningkatkan motivasi melalui kolaborasi virtual. Meski demikian,

implementasi PBL berbasis teknologi tidak lepas dari tantangan, seperti kesulitan aplikasi oleh sebagian pendidik (Kırkgöz & Turhan, 2021) dan perdebatan etika penggunaan AI dalam pendidikan, termasuk implikasinya terhadap peran tradisional guru (Mittelstadt, 2019). Kendati demikian, bukti empiris dari berbagai studi kasus menunjukkan bahwa integrasi teknologi dan AI dalam PBL dapat meningkatkan keterlibatan serta capaian belajar siswa di berbagai bidang, mulai dari kesehatan hingga sains (Car et al., 2019). Dengan demikian, PBL berbasis teknologi dan AI dapat dipandang sebagai pergeseran paradigma pendidikan yang menjanjikan, dengan catatan perlu keseimbangan antara pemanfaatan inovasi teknologi dan kesadaran etis untuk mencapai hasil pembelajaran yang transformatif.

Asesmen Adaptif

Collaborative learning dan peer assessment telah muncul sebagai pendekatan pedagogis penting di pendidikan tinggi karena mampu meningkatkan keterlibatan mahasiswa, memperdalam pemahaman (Lerchenfeldt et al., 2019; Ma et al., 2023), serta mendorong pencapaian akademik lintas bidang, mulai dari kesehatan hingga seni (Nurudin et al., 2023; Stenberg & Carlson, 2015). Literasi pembelajaran modern menunjukkan bahwa kolaborasi antara mahasiswa dan peer assessment merupakan elemen penting dalam proses belajar yang efektif. Dengan melibatkan mahasiswa dalam penilaian sejawat, mereka tidak hanya mengembangkan kemampuan untuk memberikan umpan balik yang konstruktif, tetapi juga meningkatkan keterampilan reflektif dan kritis mereka terhadap pekerjaan orang lain (Brouwer et al., 2018; Omar et al., 2018). Integrasi peer assessment dalam kerangka pembelajaran kolaboratif tidak hanya mendorong berbagi pengetahuan, tetapi juga mengembangkan keterampilan esensial seperti berpikir kritis, komunikasi, dan interaktivitas (Amhag, 2013). Peer assessment berbasis AI akan mendukung penilaian yang lebih objektif dan akurat, serta meningkatkan interaksi antar mahasiswa dalam proses pembelajaran. Kolaborasi ini mendukung tercapainya tujuan pembelajaran yang lebih holistik, yakni kemampuan untuk bekerja dalam tim, berkomunikasi dengan efektif, serta memahami perspektif yang berbeda.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa peer assessment menumbuhkan keterampilan reflektif dan kolaboratif (Nurudin et al., 2023), meningkatkan kemampuan analitis dan pemahaman disiplin (Lerchenfeldt et al., 2019), serta memperkuat dinamika kelompok dan pengalaman belajar kolektif, termasuk dalam konteks daring (Ma et al., 2023). Namun, Stenberg et al. (2021) menekankan bahwa aspek kolaboratif ini kerap terabaikan, padahal integrasi peer assessment dalam kerangka pembelajaran kolaboratif terbukti meningkatkan efektivitasnya, sejalan dengan temuan Brouwer et al. (2017) bahwa mahasiswa belajar lebih baik melalui interaksi timbal balik dengan rekan sejawat. Lebih jauh, peer assessment juga mendorong metakognisi dengan menuntut mahasiswa merefleksikan pekerjaan sendiri dan orang lain (Omar et al., 2018), sekaligus mengasah kreativitas dan berpikir kritis (Amhag, 2013). Selain memberi kontribusi pada penguasaan konten, refleksi ini turut memperkuat pengembangan pribadi dalam menghadapi dinamika sosial kelompok—keterampilan yang sangat penting di dunia profesional (Stenberg & Carlson, 2015). Dalam konteks spesifik seperti pendidikan medis, peer assessment terbukti meningkatkan keterampilan klinis melalui praktik observasi terstruktur (Grierson et al., 2012) dan memperkuat kohesi sosial dalam diskusi problem-based learning (Roberts et al., 2017). Dengan demikian, sinergi collaborative learning dan peer assessment merupakan kemajuan pedagogis yang signifikan, tidak hanya meningkatkan prestasi akademik, tetapi juga menumbuhkan keterampilan sosial yang krusial bagi keberhasilan di era profesional modern.

Pembelajaran personalisasi

Personalized learning didefinisikan sebagai strategi pendidikan yang menyesuaikan kecepatan dan lingkungan belajar dengan kekuatan serta kelemahan individu setiap siswa. Pendekatan ini memberdayakan siswa dengan memberi mereka suara dan pilihan dalam pengalaman belajar. Seiring pesatnya kemajuan teknologi dan meningkatnya keragaman populasi siswa, personalized learning semakin dianggap sebagai metode yang efektif untuk meningkatkan hasil Pendidikan (Elwarraki et al., 2023). Konsep ini berakar pada beberapa teori pendidikan, antara lain konstruktivisme, teori determinasi diri, dan pembelajaran berdiferensiasi. Pengetahuan dibangun melalui pengalaman dan refleksi, sedangkan teori determinasi diri menyatakan bahwa motivasi intrinsik siswa meningkat ketika mereka merasa kompeten dan otonom, menjadikan lingkungan pembelajaran yang dipersonalisasi lebih efektif.

Personalized learning telah berkembang menjadi pendekatan krusial dalam teori dan praktik pendidikan, didorong oleh kemajuan teknologi serta pergeseran menuju pedagogi yang berpusat pada siswa. Konsep ini menekankan penyesuaian proses belajar sesuai kebutuhan, preferensi, dan minat individu untuk meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar. Elwarraki et al. (2023) menegaskan bahwa personalized learning mengedepankan keunikan tiap siswa, sementara teknologi adaptif dengan analitik data dan kecerdasan buatan (AI) memungkinkan terciptanya jalur belajar serta strategi asesmen yang dipersonalisasi (Sangheetha & Korath, 2024; Zhao, 2024). Integrasi AI mendorong lahirnya sistem rekomendasi pembelajaran personal (PLRS) yang memanfaatkan explainable AI untuk menafsirkan perilaku siswa sekaligus memperkuat kolaborasi guru (Zeng et al., 2025), dengan pendekatan berbasis data yang memungkinkan respons lebih efektif terhadap keragaman kebutuhan belajar (Songkai, 2024).

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Partisipan dalam penelitian ini adalah mahasiswa yang menempuh mata kuliah Pengendalian dan Penjaminan Mutu pada Semester Genap Tahun Akademik 2024/2025. Total subjek penelitian berjumlah 42 mahasiswa yang terlibat aktif dalam seluruh rangkaian model pembelajaran, mulai dari tahap asesmen adaptif berbasis AI, kegiatan Problem-Based Learning melalui kunjungan industri, hingga penyelesaian proyek Failure Mode and Effects Analysis (FMEA).

Penelitian tindakan kelas ini dilaksanakan dalam satu siklus terintegrasi yang menggabungkan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) dengan strategi pembelajaran aktif. Tahap pertama dimulai dengan implementasi Asesmen Adaptif menggunakan sistem Computerized Adaptive Testing (CAT) berbasis AI. Instrumen ini dirancang untuk memetakan kemampuan kognitif mahasiswa berdasarkan Taksonomi Bloom melalui pre-test dan post-test yang bersifat personal. Selanjutnya, tahap kedua menerapkan pendekatan Problem-Based Learning (PBL), di mana mahasiswa melakukan kunjungan industri untuk mengidentifikasi fenomena dan permasalahan nyata di lapangan terkait pengendalian mutu. Tahap akhir merupakan fase operasional melalui Project-Based Learning (PjBL), yang mewajibkan mahasiswa untuk menyelesaikan proyek analisis risiko menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Seluruh rangkaian tindakan ini didukung oleh penggunaan alat bantu AI dalam pengolahan data dan penyusunan laporan, guna memastikan mahasiswa mencapai kompetensi yang selaras dengan kebutuhan industri 4.0.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengombinasikan pendekatan kuantitatif dan kualitatif untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai efektivitas model pembelajaran. Data kuantitatif yang bersumber dari skor *pre-test* dan *post-test* diolah menggunakan analisis statistik deskriptif dan uji perbandingan untuk mengukur signifikansi peningkatan pemahaman mahasiswa. Selain itu, persentase ketercapaian Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) dan tingkat kepuasan mahasiswa dihitung berdasarkan hasil kuesioner skala Likert. Sementara itu, data kualitatif yang diperoleh dari laporan proyek FMEA, hasil observasi kunjungan industri, dan lembar refleksi diri mahasiswa dianalisis melalui tahap reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

Dalam konteks pembelajaran berbasis proyek yang didukung AI, konsep ini diterapkan dengan memberikan mahasiswa pilihan dalam merancang proyek mereka, serta menyediakan sumber daya dan alat yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing mahasiswa. Misalnya, melalui penggunaan teknologi AI, setiap mahasiswa dapat diberikan materi pembelajaran dan tantangan yang sesuai dengan tingkat pemahaman mereka, serta umpan balik yang relevan untuk memperbaiki dan meningkatkan proses pembelajaran mereka. Pendekatan ini memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan efektif bagi mahasiswa, sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan individu mereka.

Dalam pembelajaran mata kuliah PPM yang diusulkan, konsep-konsep utama yang telah dijelaskan akan diterapkan melalui pendekatan PBL yang didukung oleh teknologi dan AI. Mata kuliah ini memiliki karakteristik yang memerlukan pemahaman mendalam tentang teknik-teknik pengendalian mutu yang berbasis data, seperti SPC, *Six Sigma*, dan FMEA. Konsep PBL akan diterapkan dengan melibatkan mahasiswa dalam proyek nyata yang terkait dengan pengolahan data mutu, identifikasi masalah kualitas, dan pengusulan perbaikan. Setiap proyek akan berfokus pada studi kasus yang nyata dan relevan dengan dunia industri, yang memungkinkan mahasiswa untuk tidak hanya memahami teori, tetapi juga mengaplikasikannya dalam situasi yang kompleks dan berbasis data.

Penerapan AI dalam proyek pembelajaran akan mengatasi tantangan yang dihadapi mahasiswa, seperti kesulitan dalam menganalisis data statistik dan mengaplikasikan konsep-konsep analisis mutu secara praktis. Dengan memanfaatkan alat analisis berbasis AI, mahasiswa dapat dengan mudah menginterpretasikan data yang kompleks dan mendeteksi pola atau anomali dalam sistem mutu yang mungkin sulit terlihat melalui metode konvensional. Sebagai contoh, AI dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi otomatis tentang langkah-langkah perbaikan berdasarkan analisis data yang dilakukan, sehingga mahasiswa tidak hanya belajar secara teori tetapi juga mendapatkan pengalaman praktis dalam menggunakan teknologi yang relevan di industri 4.0. Selain itu, AI juga akan mendukung proses visualisasi data dan mudah dipahami, membantu mahasiswa menguasai teknik analisis yang lebih efektif.

Mengingat kesulitan yang ada terkait dengan kurangnya keterlibatan aktif mahasiswa dalam pembelajaran yang didominasi oleh teori dan ujian, penelitian difokuskan pada pembelajaran dan kolaboratif. Melalui peer assessment berbasis AI, mahasiswa akan diberikan kesempatan untuk memberikan umpan balik yang lebih objektif dan akurat terhadap proyek yang dikerjakan teman-teman mereka. Proses ini tidak hanya meningkatkan keterlibatan mereka, tetapi juga mengasah keterampilan reflektif dan kritis terhadap hasil kerja orang lain. Kolaborasi ini diharapkan dapat memperkuat pemahaman mahasiswa terhadap materi dan meningkatkan

kemampuan mereka untuk bekerja dalam tim—keterampilan yang sangat penting dalam dunia kerja.

Pendekatan pembelajaran terpersonalisasi akan juga diterapkan dengan memanfaatkan teknologi untuk menyesuaikan materi pembelajaran dengan kebutuhan dan kemampuan setiap mahasiswa. Misalnya, penggunaan AI untuk memberikan tantangan yang sesuai dengan tingkat pemahaman masing-masing mahasiswa, serta menyediakan materi tambahan atau sumber daya yang relevan untuk mendalami topik tertentu. Dengan cara ini, mahasiswa akan memiliki pengalaman belajar yang lebih fleksibel dan sesuai dengan gaya belajar mereka, yang dapat mengatasi tantangan dalam pemahaman konsep-konsep analisis yang rumit. Selain itu, penggunaan platform digital akan mendukung kolaborasi jarak jauh antara mahasiswa, yang sangat penting mengingat pembelajaran daring yang masih diterapkan pada sebagian besar kegiatan pendidikan saat ini. Pendekatan ini, bersama dengan PBL, diharapkan dapat meningkatkan kesiapan mahasiswa dalam menghadapi tantangan di dunia industri yang terus berkembang.

Modifikasi atau penyesuaian dari konsep-konsep yang telah dikaji dalam literatur pembelajaran, khususnya PBL dan penggunaan AI, dilakukan untuk menyesuaikan dengan karakteristik pembelajar, capaian pembelajaran yang diinginkan, serta tantangan yang dihadapi dalam mata kuliah Pengendalian dan Penjaminan Mutu. Salah satu penyesuaian utama adalah penekanan pada pembelajaran berbasis data nyata dan permasalahan yang relevan dengan kondisi industri. Mengingat mahasiswa perlu menguasai konsep-konsep seperti SPC dan Six Sigma, yang pada praktiknya sangat bergantung pada analisis data besar, maka integrasi AI untuk membantu proses analisis data akan sangat mendukung capaian pembelajaran ini. AI akan digunakan untuk memberikan wawasan dan analisis data yang lebih cepat dan mendalam, memungkinkan mahasiswa untuk memperoleh pemahaman yang lebih akurat mengenai pengendalian mutu.

Selain itu, penyesuaian lainnya terkait dengan keterlibatan aktif mahasiswa dalam pembelajaran. Mengingat tantangan yang dihadapi adalah rendahnya keterlibatan aktif mahasiswa dalam pembelajaran berbasis teori dan ujian, konsep PBL yang awalnya lebih menekankan pada kerja kelompok dengan studi kasus perlu dimodifikasi dengan pemanfaatan teknologi dan kolaborasi daring. Pendekatan ini memungkinkan mahasiswa untuk bekerja pada proyek nyata secara kolaboratif meskipun dalam pembelajaran daring, menggunakan alat digital yang mendukung kolaborasi dan komunikasi efektif antara anggota tim. Penggunaan platform pembelajaran yang mendukung komunikasi dua arah dan memungkinkan mahasiswa untuk berbagi ide, analisis, dan umpan balik dalam proses evaluasi peer assessment berbasis AI menjadi salah satu modifikasi yang disesuaikan dengan kebutuhan pembelajar masa kini yang cenderung lebih digital.

Penyesuaian lain yang dilakukan adalah dalam hal evaluasi pembelajaran. Karena tantangan utama dalam evaluasi pembelajaran adalah kurangnya metode yang bersifat kolaboratif, maka penerapan peer assessment yang didukung AI menjadi solusi inovatif yang dapat membantu mendalami proses pembelajaran. Evaluasi ini bukan hanya memberi ruang bagi mahasiswa untuk memberikan umpan balik kepada sesama rekan, tetapi juga dilengkapi dengan analisis berbasis AI yang dapat meningkatkan objektivitas dan akurasi penilaian. Hal ini mengatasi tantangan yang ada dalam evaluasi tradisional, yang umumnya lebih bersifat ujian tertulis yang kurang menggali potensi mahasiswa dalam berpikir kritis dan memecahkan masalah nyata.

Lebih lanjut, penyesuaian juga dilakukan dalam hal aksesibilitas materi. Mengingat mahasiswa masa kini lebih terbiasa dengan akses informasi secara digital dan instan, media pembelajaran berbasis digital seperti video pembelajaran di platform YouTube, tutorial, serta simulasi berbasis AI akan ditambahkan untuk mendukung proses pembelajaran. Penggunaan modul pembelajaran berbasis teknologi ini, yang menggabungkan teori dengan simulasi dan analisis data nyata, akan memfasilitasi mahasiswa dalam memahami konsep yang kompleks secara lebih visual dan aplikatif. Modifikasi-modifikasi ini dilakukan agar pembelajaran tetap relevan dengan perkembangan teknologi industri 4.0 dan dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih efektif, fleksibel, dan sesuai dengan kebutuhan mahasiswa.

Belajar merupakan hal yang sangat mendasar yang tidak bisa lepas dari kehidupan semua orang. Seiring dengan perkembangan masyarakat dan kebutuhan yang meningkat, pemerintah berupaya untuk meningkatkan kualitas produk dunia pendidikan. Hal yang harus dilakukan oleh dunia pendidikan adalah mempersiapkan sumber daya manusia kreatif, mampu memecahkan persoalan-persoalan yang aktual dalam kehidupan dan mampu menghasilkan teknologi baru yang merupakan perbaikan dari sebelumnya .

Pembelajaran saat ini sering menggunakan pendekatan pembelajaran yang berpusat pada guru, tetapi saat ini pendekatan pembelajaran yang berpusat pada guru (*teacher centered learning*) dituntut untuk merubahnya menjadi pendekatan pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student centered learning*). Pembelajaran yang berpusat pada guru sangat mengurangi tanggung jawab siswa atas tugas belajarnya. Pembelajaran yang berpusat pada guru kurang meningkatkan aktivitas siswa, sehingga menyebabkan hasil belajar rendah. Hal ini diindikasikan dari metode yang digunakan guru dikelas dalam proses pembelajaran konvensional.

Selain itu model pembelajaran yang kurang konstruktivis yaitu tidak mendorong siswa untuk membangun pengetahuan awal yang dimilikinya. Siswa kurang berpartisipasi aktif secara langsung dalam proses belajar mengajar. Hal itu juga faktor penyebab rendahnya hasil belajar dan aktivitas siswa dalam pembelajaran. Uraian diatas menunjukkan bahwa perlunya model pembelajaran yang berpusat pada siswa hingga memungkinkan terjadinya sharing pengetahuan antar dan antar teman dan guru dengan waktu yang relatif singkat. Selain itu, siswa perlu diberikan kesempatan untuk belajar bekerja sama dengan teman dalam mengembangkan pemahaman terhadap konsep dan prinsip- prinsip penting. Salah satu model pembelajaran yang diprediksi mampu mengatasi hal tersebut adalah model PBL.

Hasil

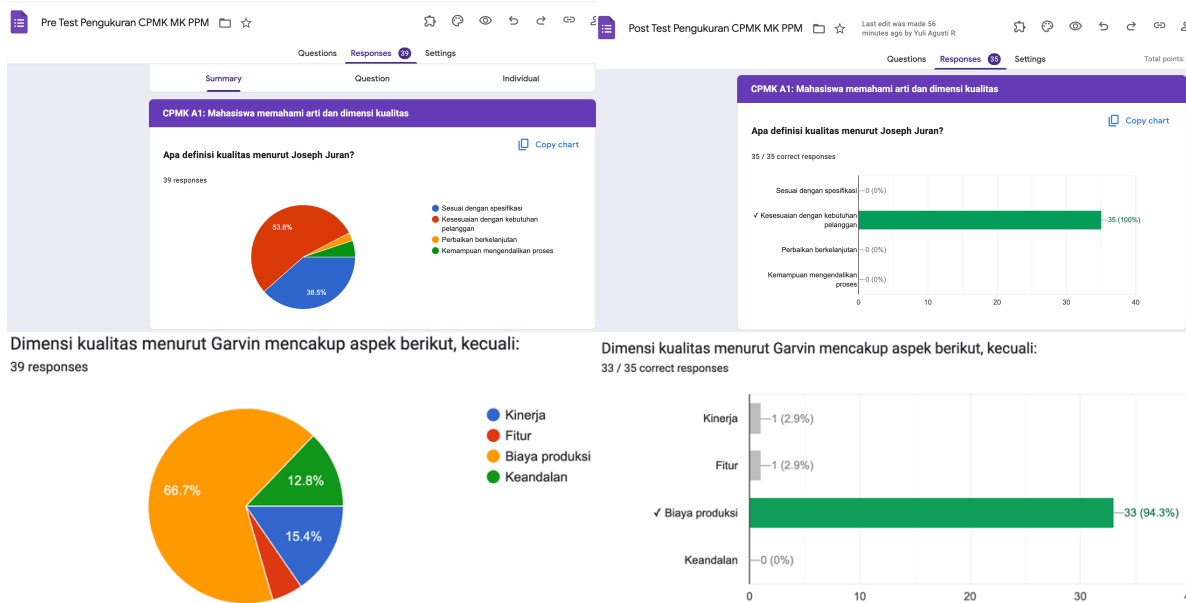
Pembelajaran Computerized Adaptive Testing (CAT) berbasis artificial intelligence dengan pendekatan taksonomi bloom.

Pre-test dan post-test disusun berdasarkan capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK) yang telah ditetapkan dalam Rencana Pembelajaran Semester (RPS). CPMK 1 berfokus pada pemahaman arti dan dimensi kualitas, mendukung kemampuan mahasiswa untuk menganalisis dan merumuskan masalah kualitas dalam proses produksi. CPMK 2 mengajarkan pengendalian proses produksi melalui seven QC tools, relevan dengan kemampuan mahasiswa dalam merancang percobaan untuk mengidentifikasi dan mengendalikan masalah kualitas. Sementara itu, CPMK 3 berfokus pada metode penjaminan kualitas modern, mendukung mahasiswa dalam mengolah dan menganalisis data untuk memecahkan permasalahan rekayasa secara efektif.

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada pemahaman mahasiswa. Sebagai contoh hasil pre-test menunjukkan pertanyaan pertama sebanyak 53,8% mahasiswa mampu menjawab dengan benar, sedangkan pada post-test seluruh mahasiswa (100%) dapat menjawab dengan benar. Peningkatan serupa juga terlihat pada pertanyaan kedua, di mana 66,7% mahasiswa menjawab benar pada pre-test, dan meningkat menjadi 94,3% pada post-test. Temuan ini mengindikasikan bahwa proses pembelajaran yang dilakukan berhasil meningkatkan penguasaan materi sesuai CPMK yang ditargetkan.

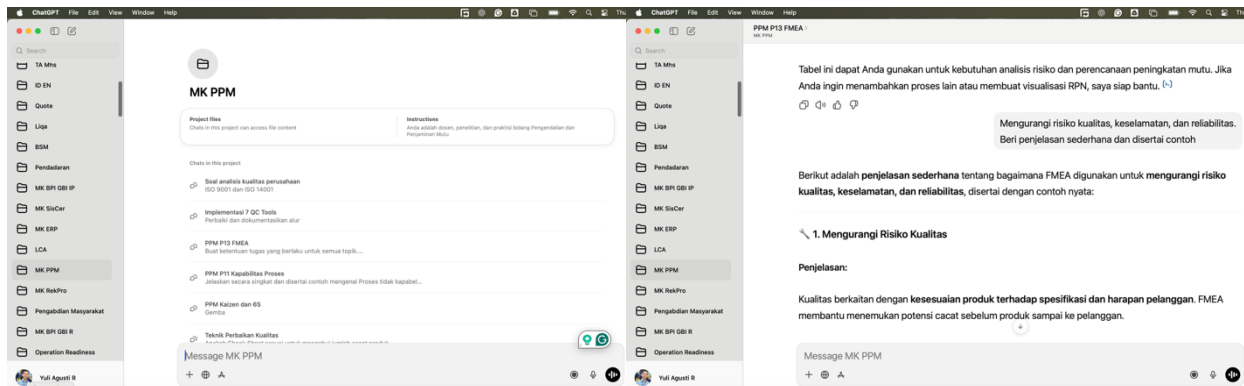
Gambar 1

Contoh hasil evaluasi CPMK berdasarkan pre dan post tes



Gambar 2

Pembelajaran berbasis AI



Pembelajaran berbasis masalah (Problem-Based Learning/PBL) melalui Industrial Visit

Dalam kegiatan kunjungan industri ke PT Industri Jamu dan Farmasi Sido Muncul Tbk serta PT Ungaran Sari Garment, mahasiswa ditempatkan dalam situasi nyata berhubungan dengan permasalahan mutu. Tahap pertama (identifikasi masalah) dilakukan ketika mahasiswa mengamati tantangan industri, seperti menjaga konsistensi kualitas produk herbal dari bahan baku hingga kemasan, atau mengendalikan cacat produk pada proses produksi tekstil. Tahap kedua (analisis) dilakukan dengan menelaah bagaimana perusahaan menerapkan standar mutu, menggunakan inspeksi laboratorium, sensor otomatis, serta sistem lean manufacturing untuk mengurangi pemborosan. Tahap ketiga (diskusi) berlangsung dalam sesi tanya jawab dengan tim *quality assurance* dan *quality control*, di mana mahasiswa mengeksplorasi strategi penanganan ketidaksesuaian, pembagian peran antar departemen, serta pemanfaatan teknologi informasi dalam pengendalian mutu. Tahap keempat (perumusan solusi) diwujudkan melalui refleksi mahasiswa dalam mengaitkan teori yang dipelajari di kelas, seperti Total Quality Management (TQM), ISO 9001, dan alat-alat QC, dengan praktik industri yang mereka saksikan, sehingga diperoleh alternatif solusi dan rekomendasi untuk peningkatan mutu di masa depan. Melalui alur PBL ini, kunjungan industri tidak hanya memberikan pengalaman lapangan, tetapi juga menumbuhkan keterampilan analitis, kolaboratif, dan problem solving yang menjadi tujuan utama pembelajaran berbasis masalah.

Gambar 3

Kunjungan Industri



Project-Based Learning (PBL)

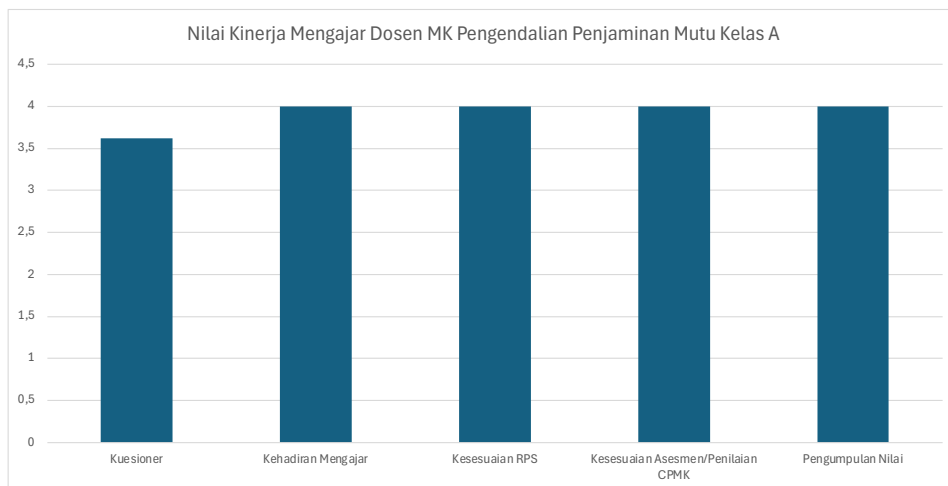
Proses pembelajaran dilaksanakan dengan pendekatan Project-Based Learning (PBL), di mana mahasiswa dibagi ke dalam kelompok kecil beranggotakan maksimal lima orang. Setiap kelompok diberikan tema proyek terkait Pengendalian dan Penjaminan Mutu dengan menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Mahasiswa melakukan pengamatan langsung pada industri di sekitar kampus untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, menganalisis penyebab, serta merumuskan strategi perbaikan. Hasil analisis kemudian disusun dalam bentuk laporan tertulis yang dipresentasikan di kelas sebagai sarana berbagi pengetahuan. Selain itu, mahasiswa juga membuat video presentasi yang dipublikasikan melalui media sosial atau platform internet, sehingga hasil pembelajaran tidak hanya bermanfaat di lingkungan akademik, tetapi juga dapat diakses secara lebih luas. Melalui rangkaian kegiatan ini, mahasiswa memperoleh pengalaman autentik yang mengintegrasikan teori dengan praktik lapangan, sekaligus

mengasah keterampilan abad 21 seperti kolaborasi, komunikasi, kreativitas, dan pemecahan masalah.

Gambar 4
Presentasi proyek



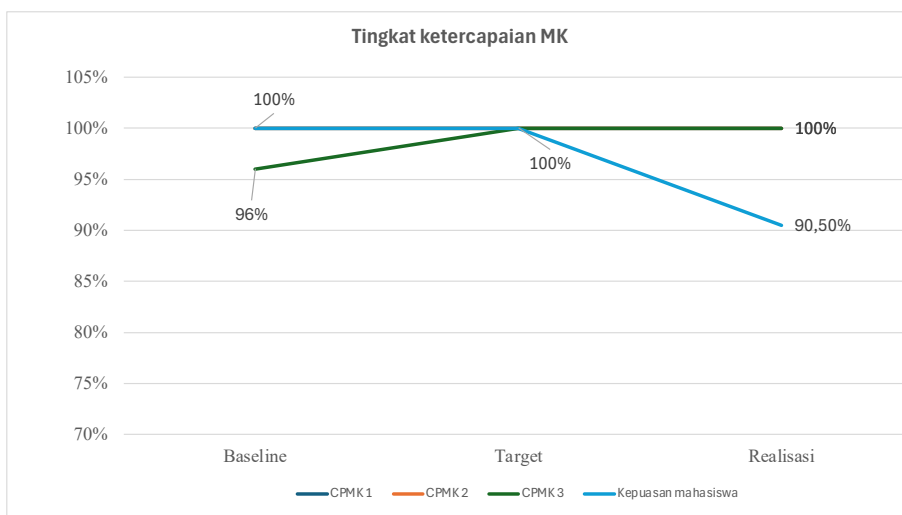
Gambar 5
Nilai kinerja mengajar dosen



Pada mata kuliah Pengendalian Penjaminan Mutu, kelas A, kinerja dosen menunjukkan hasil yang sangat baik. Nilai kuesioner mahasiswa tercatat sebesar 3,62, yang menandakan apresiasi positif terhadap proses pembelajaran meskipun masih sedikit lebih rendah dibanding beberapa mata kuliah lain. Dari sisi kehadiran, dosen memperoleh nilai sempurna 4,00 yang mencerminkan konsistensi dan komitmen dalam melaksanakan perkuliahan. Aspek kesesuaian dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) juga dinilai 4,00, menunjukkan bahwa materi yang diajarkan telah selaras dengan rancangan yang telah ditetapkan. Begitu pula dengan asesmen dan penilaian yang berbasis pada capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK), dosen berhasil memperoleh skor penuh 4,00, yang berarti instrumen evaluasi sudah relevan dan sesuai dengan kompetensi yang ditargetkan. Selain itu, pengumpulan nilai juga mencapai angka 4,00, yang menggambarkan ketertiban dalam tata kelola penilaian. Secara keseluruhan, kinerja dosen pada mata kuliah ini sangat baik dan konsisten, dengan ruang peningkatan terutama pada aspek persepsi mahasiswa agar pengalaman belajar lebih baik.

Gambar 6

Pengukuran keberhasilan capaian pembelajaran



Pembahasan

Berdasarkan hasil evaluasi CPMK berdasarkan pre dan post tes, terlihat adanya peningkatan signifikan pemahaman mahasiswa setelah penerapan Computerized Adaptive Testing (CAT) berbasis Artificial Intelligence dengan pendekatan Taksonomi Bloom. Pada tahap pre-test, capaian mahasiswa masih bervariasi. Misalnya, untuk pertanyaan mengenai definisi kualitas menurut Joseph Juran, hanya 53,8% mahasiswa yang menjawab benar. Namun, setelah pembelajaran dan dilakukan post-test, seluruh mahasiswa (100%) mampu menjawab benar. Peningkatan serupa juga ditemukan pada pertanyaan kedua terkait dimensi kualitas menurut Garvin, di mana pada pre-test hanya 66,7% mahasiswa yang menjawab benar, sementara pada post-test meningkat menjadi 94,3%. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang digunakan efektif dalam meningkatkan penguasaan materi sesuai dengan capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK) yang ditargetkan.

Lebih lanjut, keterkaitan antara CPMK 1, CPMK 2, dan CPMK 3 dalam instrumen evaluasi juga terlihat jelas. CPMK 1 menekankan pemahaman konsep dasar mutu dan dimensinya, CPMK 2 berfokus pada keterampilan teknis dalam penggunaan seven QC tools, sedangkan CPMK 3 menekankan penerapan metode penjaminan kualitas modern seperti Six Sigma, FMEA, dan standar ISO. Melalui pembelajaran berbasis AI yang adaptif terhadap tingkat kognitif mahasiswa, mahasiswa tidak hanya memahami teori secara konseptual, tetapi juga mampu menghubungkannya dengan praktik pengendalian mutu yang relevan dengan dunia industri. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan CAT berbasis AI dengan pendekatan Taksonomi Bloom dapat menjadi strategi pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan capaian pembelajaran sekaligus melatih keterampilan berpikir kritis dan analitis mahasiswa.

Penerapan Problem-Based Learning (PBL) melalui kegiatan kunjungan industri ke PT Industri Jamu dan Farmasi Sido Muncul Tbk serta PT Ungaran Sari Garment terbukti mampu meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep pengendalian dan penjaminan mutu.

Mahasiswa secara langsung dihadapkan pada berbagai permasalahan nyata di industri, mulai dari menjaga konsistensi kualitas produk herbal hingga pengendalian cacat produk pada proses produksi tekstil. Melalui tahapan PBL yang meliputi identifikasi masalah, analisis, diskusi, dan perumusan solusi, mahasiswa tidak hanya memperoleh pemahaman konseptual, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, serta problem solving. Diskusi intensif dengan tim Quality Assurance dan Quality Control memperkaya wawasan mahasiswa tentang strategi penanganan ketidaksesuaian, pembagian peran dalam sistem mutu, hingga pemanfaatan teknologi informasi dalam praktik pengendalian mutu. Hasil refleksi menunjukkan bahwa mahasiswa mampu mengaitkan teori yang diperoleh di kelas, seperti TQM, ISO 9001, dan penggunaan QC tools, dengan praktik industri yang diamati secara langsung. Dengan demikian, kegiatan industrial visit berbasis PBL memberikan pengalaman belajar kontekstual yang tidak hanya memperkuat pemahaman akademik, tetapi juga menumbuhkan kesiapan mahasiswa menghadapi tantangan mutu dalam dunia industri yang sesungguhnya.

Penerapan Project-Based Learning (PBL) dengan tema Pengendalian dan Penjaminan Mutu menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) terbukti memberikan pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna bagi mahasiswa. Melalui kerja kelompok kecil, mahasiswa melakukan pengamatan langsung pada industri di sekitar kampus, mengidentifikasi potensi kegagalan, menganalisis penyebab, dan merumuskan strategi perbaikan mutu. Proses ini tidak hanya memperkuat pemahaman teori FMEA yang dipelajari di kelas, tetapi juga melatih mahasiswa untuk berpikir kritis dalam menghadapi permasalahan nyata di lapangan. Hasil pembelajaran dipresentasikan dalam bentuk laporan tertulis, presentasi kelas, dan video yang dipublikasikan melalui media sosial, sehingga produk pembelajaran dapat diakses secara lebih luas dan memberi dampak lebih besar. Aktivitas ini menunjukkan bahwa PBL efektif dalam mengintegrasikan teori dengan praktik, sekaligus menumbuhkan keterampilan abad 21 seperti kolaborasi, komunikasi, kreativitas, dan problem solving, yang sangat relevan untuk mempersiapkan mahasiswa menghadapi tantangan di dunia kerja maupun pengembangan UMKM.

Hasil pengukuran capaian pembelajaran pada Gambar 7 menunjukkan bahwa target yang ditetapkan pada masing-masing CPMK berhasil dicapai dengan baik. Pada CPMK 1, yang mengukur kemampuan mahasiswa memahami arti dan dimensi kualitas, seluruh mahasiswa (100%) telah mencapai target. Hal yang sama juga terlihat pada CPMK 2, yaitu kemampuan mengendalikan proses produksi melalui seven QC tools, di mana persentase capaian mahasiswa mencapai 100% sesuai target. Pada CPMK 3, yang berfokus pada kemampuan mengukur tingkat pengendalian kualitas melalui metode penjaminan kualitas modern, terjadi peningkatan dari baseline 96% menjadi realisasi 100%, menandakan adanya perbaikan pemahaman dan keterampilan mahasiswa melalui proses pembelajaran.

Namun, pada aspek tingkat kepuasan mahasiswa, capaian realisasi sebesar 90,5% masih sedikit di bawah target 100%. Hal ini mengindikasikan adanya ruang perbaikan, terutama dalam aspek pengalaman belajar yang dirasakan mahasiswa. Sementara itu, hasil refleksi diri menunjukkan bahwa mahasiswa mampu secara mandiri memahami teori dan praktik dengan bantuan kecerdasan buatan, sesuai dengan target yang direncanakan. Temuan ini menegaskan bahwa integrasi pembelajaran berbantuan AI tidak hanya meningkatkan pencapaian CPMK, tetapi juga mendukung kemandirian belajar mahasiswa. Dengan demikian, meskipun hampir seluruh indikator capaian pembelajaran tercapai, perlu dilakukan peningkatan kualitas pengalaman belajar agar tingkat kepuasan mahasiswa dapat lebih baik.

Model pembelajaran yang mengintegrasikan Computerized Adaptive Testing (CAT) berbasis Artificial Intelligence, Problem-Based Learning melalui kunjungan industri, serta Project-Based Learning berbasis FMEA terbukti efektif karena mampu menggabungkan pembelajaran konseptual dengan pengalaman kontekstual di dunia nyata. Pendekatan ini memungkinkan mahasiswa tidak hanya memahami teori pengendalian mutu, tetapi juga mengaplikasikannya dalam situasi nyata melalui analisis data, diskusi, dan penyelesaian proyek. Efektivitas metode ini didukung oleh beberapa faktor, antara lain penggunaan teknologi AI yang membantu analisis data dan asesmen adaptif, keterlibatan aktif mahasiswa dalam proyek dan observasi lapangan, serta kolaborasi tim yang mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis dan problem solving. Namun demikian, implementasi model ini juga menghadapi beberapa tantangan, seperti kebutuhan kesiapan teknologi, waktu pembelajaran yang lebih panjang untuk kegiatan proyek dan kunjungan industri, serta perlunya peningkatan literasi AI bagi dosen dan mahasiswa agar pemanfaatannya dapat optimal dalam proses pembelajaran.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa

1. Penerapan Computerized Adaptive Testing (CAT) berbasis Artificial Intelligence dengan pendekatan Taksonomi Bloom efektif meningkatkan capaian pembelajaran pada mata kuliah Pengendalian dan Penjaminan Mutu. Hasil pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan signifikan, misalnya pemahaman definisi kualitas menurut Joseph Juran dari 53,8% menjadi 100% dan dimensi kualitas menurut Garvin dari 66,7% menjadi 94,3%. Hal ini membuktikan bahwa pembelajaran berbasis AI adaptif mampu memperkuat pencapaian CPMK, baik pemahaman konsep, keterampilan teknis, maupun penerapan metode modern, sekaligus mendukung pengembangan keterampilan analitis dan problem solving mahasiswa sesuai kebutuhan industri.
2. Penerapan Problem-Based Learning (PBL) melalui kunjungan industri ke PT Sido Muncul Tbk dan PT Ungaran Sari Garment efektif meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang pengendalian dan penjaminan mutu sekaligus melatih keterampilan analitis, kolaboratif, dan problem solving. Melalui tahapan identifikasi masalah, analisis, diskusi, dan perumusan solusi, mahasiswa mampu mengaitkan teori seperti TQM, ISO 9001, dan QC tools dengan praktik nyata. Kegiatan ini memberikan pengalaman kontekstual yang memperluas wawasan serta mempersiapkan mahasiswa menghadapi tantangan profesional di dunia industri.
3. Penerapan Project-Based Learning (PBL) dengan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) efektif menghubungkan teori dengan praktik melalui observasi industri sekitar kampus. Mahasiswa mampu mengidentifikasi kegagalan, menganalisis penyebab, dan merumuskan perbaikan mutu secara sistematis. Hasil berupa laporan, presentasi, dan video publikasi memperkuat pemahaman sekaligus keterampilan abad 21, sehingga relevan membekali mahasiswa menghadapi tantangan mutu di dunia industri maupun UMKM.
4. Kinerja dosen pada mata kuliah Pengendalian Penjaminan Mutu, menunjukkan hasil sangat baik dengan nilai sempurna pada aspek kehadiran, kesesuaian RPS, asesmen CPMK, dan pengumpulan nilai. Nilai kuesioner mahasiswa sebesar 3,62 menandakan apresiasi positif, meskipun masih perlu peningkatan pada persepsi mahasiswa agar pengalaman belajar lebih baik.
5. Capaian pembelajaran pada mata kuliah Pengendalian dan Penjaminan Mutu telah terpenuhi dengan baik, ditunjukkan oleh tercapainya seluruh indikator CPMK hingga 100%. Hasil

refleksi juga menunjukkan mahasiswa mampu belajar mandiri dengan bantuan AI. Namun, tingkat kepuasan mahasiswa yang tercatat 90,5% masih di bawah target, sehingga perlu upaya peningkatan kualitas pengalaman belajar.

6. Secara teoretis, penelitian ini memperkuat konsep integrasi Project-Based Learning (PBL) dengan dukungan Artificial Intelligence (AI) sebagai model pembelajaran adaptif yang mampu meningkatkan capaian pembelajaran kognitif dan keterampilan analitis mahasiswa. Penelitian selanjutnya disarankan menguji model ini pada berbagai mata kuliah, program studi, atau institusi yang berbeda dengan desain penelitian yang lebih luas untuk menguji generalisasi dan efektivitasnya secara lebih komprehensif.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pengembangan Akademik Universitas Islam Indonesia atas dukungan pendanaan penelitian ini, serta kepada Program Studi Sarjana Teknik Industri melalui mata kuliah Pengendalian dan Penjaminan Mutu (PPM) yang menjadi konteks penelitian tindakan kelas. Apresiasi juga disampaikan kepada para dosen yang berperan sebagai observer dan memberikan refleksi berharga dalam kegiatan diseminasi sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Referensi

- Abu-Ghuwaleh, M., & Saffaf, R. (2023). Integrating AI and NLP with project-based learning in STREAM education. *Computer Science and Mathematics*. <https://doi.org/10.20944/preprints202306.0848.v1>
- Akavova, A., Temirkhanova, Z., & Lorsanova, Z. (2023). Adaptive learning and artificial intelligence in the educational space. *E3S Web of Conferences*, 451, 06011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345106011>
- Amarullah, A. K., & Rachmawaty, N. (2020). Exploring students' experience in project-based drama learning and their perception of speaking anxiety. In *Proceedings of the 2nd Educational Sciences International Conference (ESIC 2019)*. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200417.009>
- Amhag, L. (2013). Creativity in and between collaborative peer assessment processes in higher distance education. *Creative Education*, 4(7), 94–104. <https://doi.org/10.4236/ce.2013.47A2011>
- Brouwer, J., Flache, A., Jansen, E., Hofman, A., & Steglich, C. (2018). Emergent achievement segregation in freshmen learning community networks. *Higher Education*, 76(3), 483–500. <https://doi.org/10.1007/s10734-017-0221-2>
- Car, L. T., Kyaw, B. M., Dunleavy, G., Smart, N. A., Semwal, M., Rotgans, J. I., Low-Beer, N., & Campbell, J. (2019). Digital problem-based learning in health professions: Systematic review and meta-analysis by the digital health education collaboration. *Journal of Medical Internet Research*, 21(2), e12945. <https://doi.org/10.2196/12945>
- Dewi, M. R. (2022). Kelebihan dan kekurangan project-based learning untuk penguatan profil pelajar Pancasila kurikulum merdeka. *Inovasi Kurikulum*, 19(2). <https://doi.org/10.17509/jik.v19i2.44226>
- Elwarraki, O., Aammou, S., & Lahiassi, J. (2023). Teachers as facilitators: Exploring the role of educators in personalized learning environments in Moroccan schools. *Conhecimento & Diversidade*, 15(39), 146–155. <https://doi.org/10.18316/red.v15i39.11161>

- Fadhillah, N., Sudjarwo, S., & Habsari, D. (2023). Students' perception of project-based learning in writing class. *International Journal of Education and Digital Learning (IJEDL)*, 1(3), 65–70. <https://doi.org/10.47353/ijedl.v1i3.12>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Grierson, L. E. M., Barry, M., Kapralos, B., Carnahan, H., & Dubrowski, A. (2012). The role of collaborative interactivity in the observational practice of clinical skills. *Medical Education*, 46(4), 409–416. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2011.04196.x>
- Hart, J. L. (2019). Interdisciplinary project-based learning as a means of developing employability skills in undergraduate science degree programs. *Journal of Teaching and Learning for Graduate Employability*, 10(2), 50–66. <https://doi.org/10.21153/jtlge2019vol10no2art827>
- Hasumi, T., & Chiu, M.-S. (2022). Online mathematics education as bio-eco-techno process: Bibliometric analysis using co-authorship and bibliographic coupling. *Scientometrics*, 127(8), 4631–4654. <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04441-3>
- Johnson, M., & Griffin, A. (2024). Student experiences of online problem-based learning in an interdisciplinary dietetic and engineering environment. *Journal of Experiential Education*, 47(3), 424–442. <https://doi.org/10.1177/10538259231193100>
- Kamaruddin, I., Sari, M. N., Papia, J. N. T., M. Usman, P., Andriani, N., & Kesek, M. N. (2024). Implementasi metode pembelajaran berbasis proyek dalam pendidikan tinggi untuk memfasilitasi pemecahan masalah multidisiplin. *Journal on Education*, 6(4), 19620–19630. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i4.5990>
- Kamaruddin, I., Suarni, E., Rambe, S., Sakti, B. P. S., Rachman, R. S., & Kurniadi, P. (2023). Penerapan model pembelajaran berbasis proyek dalam pendidikan: Tinjauan literatur. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, 6(4), 2742–2747. <https://doi.org/10.31004/jrpp.v6i4.22138>
- Kırkgöz, Y., & Turhan, B. (2021). Views of Turkish EFL teacher trainees toward technology-integrated PBL practices. *English Language Teaching Educational Journal*, 4(1), 74. <https://doi.org/10.12928/eltej.v4i1.3748>
- Kurniawati. (2021). Competence and perceived benefits in project-based learning for postgraduate students in history education. *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan*, 23(3), 307–320. <https://doi.org/10.21009/jtp.v23i3.23926>
- Lerchenfeldt, S., Mi, M., & Eng, M. (2019). The utilization of peer feedback during collaborative learning in undergraduate medical education: A systematic review. *BMC Medical Education*, 19(1), 321. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1755-z>
- Ma, X., Tian, S., Luo, S., & Jiang, X. (2023). Research on the causes and correction strategies of group peer assessment performance bias in online collaboration. *Open Journal of Social Sciences*, 11(7), 47–66. <https://doi.org/10.4236/jss.2023.117005>
- Maulany, L. E., Neviyarni, & Nirwana, H. (2022). Teori belajar populer (project-based learning, quantum learning, self-directed learning, contextual learning). *Eductum: Jurnal Literasi Pendidikan*, 1(2). <https://doi.org/10.56480/eductum.v1i2.747>
- Maulidia, A. P., Indrawati, I., & Rusdianto, R. (2023). Pengaruh model project-based learning (PJBL) terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa SMP pada materi pemanasan global. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 12(4). <https://doi.org/10.19184/jpf.v12i4.43637>

- Mittelstadt, B. (2019). Principles alone cannot guarantee ethical AI. *Nature Machine Intelligence*, 1(11), 501–507. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0114-4>
- Munawaroh, M., Setyani, N. S., & Susilowati, L. (2022). The effect of PBL model with technology-based learning and motivation on students' entrepreneurial attitude. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Education and Technology (ICETECH 2021)*. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220103.007>
- Nurudin, M., Suharto, T., Bakri, S., & Makruf, I. (2023). Development of collaborative peer-based authentic assessment in physics learning. *Scaffolding: Jurnal Pendidikan Islam dan Multikulturalisme*, 5(1), 900–918. <https://doi.org/10.37680/scaffolding.v5i1.2862>
- Omar, S. N. P., Shahrill, M., & Sajali, M. Z. (2018). The use of peer assessment to improve students' learning of geometry. *European Journal of Social Science Education and Research*, 5(2), 203–222. <https://doi.org/10.26417/ejser.v5i2.p203-222>
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884.x>
- Roberts, C., Jorm, C., Gentilcore, S., & Crossley, J. (2017). Peer assessment of professional behaviours in problem-based learning groups. *Medical Education*, 51(4), 390–400. <https://doi.org/10.1111/medu.13151>
- Sangheethaa, S., & Korath, A. (2024). Impact of AI in education through a teacher's perspective. *Educational Administration: Theory and Practice*. <https://doi.org/10.53555/kuvey.v30i4.1349>
- Songkai, W. (2024). Research on learning social networks and collaboration in education using big data analytics and machine learning. *Industry Science and Engineering*, 1(3), 58–69.
- Stenberg, M., & Carlson, E. (2015). Swedish student nurses' perception of peer learning as an educational model during clinical practice in a hospital setting: An evaluation study. *BMC Nursing*, 14(1), 48. <https://doi.org/10.1186/s12912-015-0098-2>
- Sudatha, I. G. W., & Agung, A. A. G. (2021). Implementation of project-based e-learning in courses description statistics during COVID-19. In *Proceedings of the 4th International Conference on Innovative Research Across Disciplines (ICIRAD 2021)*. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211222.024>
- Sugeng, B. (2024). *Pembelajaran abad 21: Contoh rancangan & penerapan problem-based learning di perguruan tinggi*. Deepublish.
- Williamson, E. (2023). The effectiveness of project-based learning in developing critical thinking skills among high school students. *European Journal of Education*, 1(1), 1–11.
- Zeng, E., Long, Y., Wang, X., Xiao, Y., & Feng, Y. (2025). Literature review: Personalized learning recommendation system in educational scenarios: XAI-driven student behavior understanding and teacher collaboration mechanism. *Frontiers in Interdisciplinary Applied Science*, 2(1), 78–92. <https://doi.org/10.71465/fias.v2i01.17>
- Zhao, C. (2024). Application and prospect of artificial intelligence in personalized learning. *Journal of Innovation and Development*, 8(3), 24–27. <https://doi.org/10.54097/nzxx6z36>