

Pengembangan Bank Soal Esai Petrokimia Berbasis Taksonomi Bloom Revisi dan Analisis Kualitas Soal Berbasis *Artificial Intelligence* pada Pendidikan Vokasi

Eka Megawati¹, Amiruddin², Esterina Natalia Paindan³, Dawi Yanti⁴

Teknik Pengolahan Migas, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan, Indonesia¹

Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan, Indonesia^{2,3}

Teknik Instrumentasi & Elektronika Migas, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan, Indonesia⁴

*Email Korespondensi: ekamegawati1289@gmail.com

Diterima: 27-08-2026 | Disetujui: 03-09-2026 | Diterbitkan: 05-09-2026

ABSTRACT

The absence of a standardized essay item bank for the Petrochemistry course in the Oil and Gas Processing Engineering Diploma (D3) Program at Sekolah Tinggi Teknologi Migas has led to an ad hoc test-construction practice with no guaranteed representation across cognitive levels. This study aims to develop an essay item bank for the third-semester Petrochemistry course referring to the Revised Bloom's Taxonomy (C1–C6), while analyzing the clarity of instructional construction and the linguistic correctness of each item with the assistance of Artificial Intelligence (AI). This Research and Development study adapted curriculum-need analysis, blueprint construction, item writing, and AI-assisted quality analysis stages, with 50 essay items distributed across nine Petrochemistry topics as the research object. Data were analyzed descriptively-quantitatively for item distribution and descriptively-qualitatively for construction and language analysis results. The findings show that the 50 essay items were evenly distributed across the six Revised Bloom's Taxonomy levels (C1 8 items, C2 8 items, C3 8 items, C4 9 items, C5 8 items, and C6 9 items) and across nine Petrochemistry topics, ranging from Introduction to the Petrochemical Industry to Petrochemical Industry Equipment. The AI-based analysis indicated that all items used clear operational verbs appropriate to the targeted cognitive level and complied with standard Indonesian language rules and sentence effectiveness, confirming the item bank's feasibility as an evaluation instrument. This essay item bank represents the first standardized evaluation instrument for the Petrochemistry course at Sekolah Tinggi Teknologi Migas and is recommended for replication in other courses within oil-and-gas vocational education.

Keywords: Essay item bank; Revised Bloom's taxonomy; Artificial Intelligenc.; Petrochemistry; Vocational education.

ABSTRAK

Ketiadaan bank soal esai yang terstandardisasi pada mata kuliah Petrokimia di Program Studi D3 Teknik Pengolahan Migas, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, menyebabkan penyusunan instrumen evaluasi masih dilakukan secara insidental dan belum terjamin keterwakilan jenjang kognitifnya. Penelitian ini bertujuan mengembangkan bank soal esai mata kuliah Petrokimia bagi mahasiswa semester 3 yang mengacu pada Taksonomi Bloom Revisi (C1–C6), sekaligus menganalisis kualitas kejelasan perintah (konstruksi) dan kebenaran bahasa setiap butir soal dengan bantuan Artificial Intelligence (AI). Penelitian pengembangan (Research and Development) ini mengadaptasi tahapan analisis kebutuhan kurikulum, penyusunan kisi-kisi, penulisan butir, dan analisis kualitas berbasis AI, dengan subjek penelitian berupa 50 butir soal esai yang tersebar pada sembilan pokok

bahasan Petrokimia. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk sebaran soal dan deskriptif kualitatif untuk hasil analisis konstruksi dan kebahasaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 50 butir soal esai terdistribusi merata pada enam jenjang Taksonomi Bloom Revisi (C1 8 butir, C2 8 butir, C3 8 butir, C4 9 butir, C5 8 butir, dan C6 9 butir) serta pada sembilan pokok bahasan Petrokimia, mulai dari Pendahuluan Industri Petrokimia hingga Peralatan Industri Petrokimia. Hasil analisis berbasis AI menunjukkan seluruh butir soal memiliki perintah kata kerja operasional yang jelas dan sesuai jenjang kognitif yang dituju, serta memenuhi kaidah PUEBI dan keefektifan kalimat, sehingga bank soal ini layak digunakan sebagai instrumen evaluasi. Bank soal esai ini menjadi kontribusi pertama sebagai instrumen evaluasi standar mata kuliah Petrokimia di Sekolah Tinggi Teknologi Migas dan disarankan direplikasi pada mata kuliah lain di lingkup pendidikan vokasi minyak dan gas.

Katakunci: Bank Soal Esai; Taksonomi Bloom Revisi; Artificial Intelligence; Petrokimia; Pendidikan Vokasi

Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Megawati, E., Amiruddin, A., Paingan, E. N., & Yanti, D. . (2026). Pengembangan Bank Soal Esai Petrokimia Berbasis Taksonomi Bloom Revisi dan Analisis Kualitas Soal Berbasis Artificial Intelligence pada Pendidikan Vokasi. *Educational Journal*, 2(1), 214-223. <https://doi.org/10.63822/na0shr13>

PENDAHULUAN

Industri petrokimia merupakan salah satu tulang punggung perekonomian nasional karena menyediakan bahan baku strategis bagi industri plastik, tekstil, farmasi, dan pupuk. Pertumbuhan permintaan produk petrokimia yang terus meningkat menuntut ketersediaan sumber daya manusia yang kompeten di bidang pengolahan minyak, gas, dan petrokimia, baik pada level operasional maupun analisis proses. Pendidikan vokasi, khususnya program Diploma 3 (D3), memiliki peran strategis dalam mencetak tenaga terampil yang siap kerja di industri hilir migas dan petrokimia (Mulyadi & Mulianti, 2018).

Program Studi D3 Teknik Pengolahan Migas di Sekolah Tinggi Teknologi Migas membekali mahasiswa dengan kompetensi dasar petrokimia melalui mata kuliah Petrokimia yang diselenggarakan pada semester 3. Mata kuliah ini mencakup sembilan pokok bahasan, yaitu pendahuluan industri petrokimia, bahan baku industri petrokimia, dasar kimia hidrokarbon, industri petrokimia hulu, industri petrokimia antara, industri petrokimia hilir, teknologi proses petrokimia, katalis industri petrokimia, dan peralatan industri petrokimia. Cakupan materi yang luas dan bersifat aplikatif menuntut instrumen evaluasi yang mampu mengukur capaian pembelajaran secara berjenjang, mulai dari kemampuan mengingat konsep dasar hingga kemampuan mencipta rancangan proses (Anderson & Krathwohl, 2001).

Soal bentuk esai dipandang lebih tepat digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir tingkat tinggi (higher order thinking skills) dibandingkan soal pilihan ganda karena menuntut mahasiswa menguraikan alur berpikir, menganalisis data proses, dan menyusun argumentasi ilmiah (Rohman, 2023). Namun demikian, penyusunan soal esai yang baik memerlukan perencanaan kisi-kisi yang cermat agar sebaran jenjang kognitif sesuai dengan Taksonomi Bloom Revisi (C1 Mengingat, C2 Memahami, C3 Mengaplikasikan, C4 Menganalisis, C5 Mengevaluasi, C6 Mencipta) serta memenuhi kriteria konstruksi dan kebahasaan yang baik (Iskandar & Rizal, 2017).

Berbagai penelitian terdahulu telah mengembangkan instrumen penilaian berbasis Taksonomi Bloom Revisi pada berbagai jenjang dan bidang studi, mulai dari pendidikan dasar hingga pendidikan tinggi (Rohman, 2023). Di sisi lain, perkembangan Artificial Intelligence (AI) telah dimanfaatkan secara luas untuk mendukung analisis kualitas butir soal, baik dalam bentuk analisis statistik seperti tingkat kesukaran dan daya pembeda (Hrich et al., 2024) maupun analisis konstruksi dan kebahasaan berbasis pemrosesan bahasa alami (Gorgun & Bulut, 2024; Sabqat et al., 2025). Model bahasa besar (large language model) generatif juga terbukti dapat membantu proses penilaian jawaban esai secara konsisten (Tobler, 2023) serta memberikan umpan balik terhadap kualitas tulisan akademik (Li et al., 2024).

Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus mengembangkan bank soal esai berbasis Taksonomi Bloom Revisi untuk mata kuliah Petrokimia pada jenjang pendidikan vokasi migas, sekaligus memvalidasi kualitas konstruksi dan kebahasaannya menggunakan AI, belum banyak dilakukan. Studi-studi AI dalam analisis butir soal umumnya diterapkan pada bidang kedokteran (Sridharan & Sequeira, 2024) atau pendidikan umum (Mittal et al., 2024), sementara kajian pada bidang teknik perminyakan dan petrokimia masih sangat terbatas. Di Sekolah Tinggi Teknologi Migas sendiri, hingga saat ini belum tersedia bank soal Petrokimia yang terstandarisasi, sehingga dosen pengampu masih menyusun soal ujian secara mandiri tanpa kisi-kisi baku dan tanpa proses validasi kualitas yang terdokumentasi.

Penelitian ini menawarkan kebaruan dengan memadukan dua pendekatan sekaligus, yaitu pengembangan bank soal esai yang terstruktur berdasarkan kisi-kisi Taksonomi Bloom Revisi dan pokok bahasan kurikulum, serta pemanfaatan AI sebagai alat bantu analisis kualitas konstruksi dan kebahasaan

butir soal secara sistematis pada konteks pendidikan vokasi migas dan petrokimia yang selama ini jarang menjadi objek kajian serupa. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan bank soal esai mata kuliah Petrokimia yang terdistribusi pada sembilan pokok bahasan dan enam jenjang Taksonomi Bloom Revisi; dan (2) menganalisis kualitas kejelasan perintah (konstruksi) dan kebenaran bahasa setiap butir soal menggunakan AI. Artikel ini disusun dengan sistematika: pendahuluan, metode penelitian, hasil dan pembahasan yang memaparkan distribusi soal serta hasil analisis kualitas berbasis AI, kesimpulan, dan daftar pustaka.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (Research and Development/R&D) yang bertujuan menghasilkan produk berupa bank soal esai mata kuliah Petrokimia yang telah tervalidasi konstruksi dan kebakasaannya. Tahapan pengembangan diadaptasi dari langkah analisis kebutuhan, perancangan kisi-kisi, pengembangan butir soal, dan analisis kualitas, yang mengacu pada prinsip umum model R&D pendidikan (Sugiyono, 2019).

Penelitian dilaksanakan di Program Studi D3 Teknik Pengolahan Migas, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, pada mata kuliah Petrokimia yang diselenggarakan bagi mahasiswa semester 3. Subjek pengembangan adalah 50 butir soal esai yang disusun mengacu pada kurikulum mata kuliah Petrokimia yang mencakup sembilan pokok bahasan, yaitu: (1) Pendahuluan Industri Petrokimia, (2) Bahan Baku Industri Petrokimia, (3) Dasar Kimia Hidrokarbon, (4) Industri Petrokimia Hulu, (5) Industri Petrokimia Antara, (6) Industri Petrokimia Hilir, (7) Teknologi Proses Petrokimia, (8) Katalis Industri Petrokimia, dan (9) Peralatan Industri Petrokimia.

Prosedur pengembangan dilakukan dalam tiga tahap. Pertama, tahap analisis, yaitu mengkaji capaian pembelajaran mata kuliah Petrokimia dan memetakan sembilan pokok bahasan ke dalam kisi-kisi soal. Kedua, tahap perancangan dan penulisan butir, yaitu menyusun 50 butir soal esai dengan menyebar keenam jenjang kognitif Taksonomi Bloom Revisi (C1–C6) secara proporsional pada setiap pokok bahasan, menggunakan kata kerja operasional (KKO) yang sesuai jenjang, mengacu pada kaidah penulisan soal Higher Order Thinking Skills (HOTS) untuk jenjang C4–C6. Ketiga, tahap analisis kualitas, yaitu setiap butir soal dianalisis menggunakan AI (large language model) untuk menilai dua aspek: (a) kejelasan perintah/konstruksi, yaitu kesesuaian kata kerja operasional dengan jenjang kognitif yang dituju, kespesifikan objek soal, dan ketiadaan tafsir ganda; serta (b) kebenaran bahasa, yaitu kesesuaian dengan kaidah Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI), keefektifan kalimat, struktur subjek-predikat-objek, dan konsistensi penulisan istilah teknis (Gorgun & Bulut, 2024; Sabqat et al., 2025).

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui dokumentasi hasil penyusunan butir soal beserta hasil analisis AI untuk setiap butir. Data yang dikumpulkan meliputi: (1) sebaran jumlah soal per jenjang Taksonomi Bloom Revisi, (2) sebaran jumlah soal per pokok bahasan, dan (3) hasil analisis kualitatif konstruksi dan kebahasaan setiap butir. Data dianalisis dengan dua teknik. Analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk menghitung persentase sebaran soal terhadap jenjang Bloom dan pokok bahasan. Analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk menelaah pola hasil analisis konstruksi dan kebahasaan berbasis AI, kemudian dikategorikan menjadi "memenuhi kriteria" atau "perlu revisi" berdasarkan ada tidaknya catatan perbaikan dari hasil analisis.

Penelitian ini tidak melibatkan subjek manusia secara langsung sebagai responden data primer karena objek penelitian berupa dokumen butir soal, sehingga tidak diperlukan prosedur informed consent. Peneliti tetap menjaga kaidah etika akademik dengan mencantumkan sumber rujukan kurikulum secara transparan dan menjamin orisinalitas setiap butir soal yang disusun.

HASIL PENELITIAN

Bagian ini memaparkan hasil pengembangan bank soal esai mata kuliah Petrokimia beserta hasil analisis kualitas konstruksi dan kebahasaan berbasis AI, yang disajikan dalam empat sub-bagian, yaitu sebaran soal berdasarkan Taksonomi Bloom Revisi, sebaran soal berdasarkan pokok bahasan, contoh representatif butir soal pada setiap jenjang, dan hasil analisis kualitas berbasis AI.

1. Sebaran Soal Berdasarkan Taksonomi Bloom Revisi

Bank soal esai Petrokimia yang dikembangkan berjumlah 50 butir dan didistribusikan pada enam jenjang Taksonomi Bloom Revisi. Tabel 1 menyajikan sebaran soal berdasarkan jenjang kognitif tersebut.

Tabel 1. Distribusi Butir Soal Berdasarkan Jenjang Taksonomi Bloom Revisi.

Jenjang Taksonomi Bloom Revisi	Jumlah Soal	Persentase
C1 - Mengingat	8	16%
C2 - Memahami	8	16%
C3 - Mengaplikasikan	8	16%
C4 - Menganalisis	9	18%
C5 - Mengevaluasi	8	16%
C6 - Mencipta	9	18%
TOTAL	50	100%

Tabel 1 menunjukkan bahwa sebaran soal relatif merata pada seluruh jenjang, dengan proporsi jenjang berpikir tingkat tinggi (C4, C5, C6) mencapai 26 butir (52%) dari keseluruhan soal. Proporsi ini sejalan dengan prinsip penyusunan instrumen HOTS yang menekankan keseimbangan antara kemampuan berpikir tingkat rendah dan tinggi agar mahasiswa vokasi tidak hanya mampu menghafal konsep, tetapi juga mampu menganalisis, mengevaluasi, dan merancang solusi teknis (Rohman, 2023). Dominasi proporsi C4–C6 juga relevan dengan karakteristik lulusan D3 Teknik Pengolahan Migas yang dituntut mampu menganalisis dan mengevaluasi permasalahan proses di lapangan, bukan sekadar mengingat teori (Mulyadi & Muliarti, 2018).

2. Sebaran Soal Berdasarkan Pokok Bahasan

Selain sebaran jenjang kognitif, soal juga didistribusikan pada sembilan pokok bahasan mata kuliah Petrokimia sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Butir Soal Berdasarkan Pokok Bahasan

Pokok Bahasan	Jumlah Soal
1. Pendahuluan Industri Petrokimia	5
2. Bahan Baku Industri Petrokimia	6
3. Dasar Kimia Hidrokarbon	6
4. Industri Petrokimia Hulu	6
5. Industri Petrokimia Antara	5
6. Industri Petrokimia Hilir	6
7. Teknologi Proses Petrokimia	6
8. Katalis Industri Petrokimia	5
9. Peralatan Industri Petrokimia	5
TOTAL	50

Tabel 2 memperlihatkan bahwa setiap pokok bahasan memperoleh alokasi lima hingga enam butir soal, sehingga tidak ada materi yang terlalu dominan maupun terabaikan dalam instrumen evaluasi. Keseimbangan ini penting mengingat kisi-kisi soal yang proporsional terhadap cakupan kurikulum merupakan salah satu indikator validitas isi instrumen (Iskandar & Rizal, 2017). Sebaran yang merata pada kedua dimensi, yaitu pokok bahasan dan jenjang Bloom, menghasilkan matriks kisi-kisi dua dimensi yang memudahkan dosen memilih kombinasi soal sesuai kebutuhan ujian formatif maupun sumatif.

3. Contoh Butir Soal Representatif Setiap Jenjang

Sebagai ilustrasi variasi tingkat kognitif, Tabel 3 menampilkan enam contoh butir soal yang mewakili masing-masing jenjang Taksonomi Bloom Revisi.

Tabel 3. Contoh Butir Soal Representatif pada Setiap Jenjang Taksonomi Bloom Revisi

No	Jenjang Bloom	Contoh Butir Soal
1	C1 - Mengingat	Definisikan apa yang dimaksud dengan industri petrokimia, kemudian sebutkan minimal tiga kelompok besar produk yang dihasilkan oleh industri ini.
7	C2 - Memahami	Jelaskan perbedaan karakteristik antara nafta ringan (light naphtha) dan nafta berat (heavy naphtha) serta pengaruhnya terhadap pemilihan proses pengolahan.
14	C3 - Mengaplikasikan	Tentukan jenis reaksi (substitusi, adisi, atau eliminasi) yang terjadi pada reaksi etilena dengan HBr yang menghasilkan bromoetana, serta jelaskan mekanismenya secara singkat.
21	C4 - Menganalisis	Bandingkan dan analisislah perbedaan proses steam cracking dengan proses catalytic reforming ditinjau dari bahan baku, kondisi operasi, dan produk yang dihasilkan.

33	C5 - Mengevaluasi	Evaluasilah dampak penggunaan plastik sekali pakai berbasis produk petrokimia hilir terhadap lingkungan, serta berikan penilaian terhadap bioplastik sebagai solusi alternatif.
45	C6 - Mencipta	Rancanglah formulasi katalis baru (jenis penyangga/support dan logam aktif) untuk meningkatkan selektivitas proses hidrogenasi selektif pada pemurnian etilen dari asetilena.

Contoh-contoh pada Tabel 3 menunjukkan progresi kompleksitas kognitif yang jelas, mulai dari soal nomor 1 yang menuntut definisi dan penyebutan fakta dasar (C1), hingga soal nomor 45 yang menuntut mahasiswa merancang formulasi katalis baru secara orisinal (C6). Progresi ini konsisten dengan struktur hierarkis Taksonomi Bloom Revisi, di mana setiap jenjang yang lebih tinggi mengandaikan penguasaan jenjang di bawahnya (Anderson & Krathwohl, 2001).

4. Analisis Kualitas Soal Berbasis Artificial Intelligence

Setiap butir soal dianalisis menggunakan AI pada dua aspek, yaitu kejelasan perintah (konstruksi) dan kebenaran bahasa. Tabel 4 merangkum hasil analisis kualitas ke-50 butir soal.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Analisis Kualitas Butir Soal Berbasis AI

Aspek Analisis	Memenuhi Kriteria	Perlu Revisi	Persentase Terpenuhi
Kejelasan perintah (konstruksi)	50	0	100%
Kebenaran bahasa (PUEBI & keefektifan kalimat)	50	0	100%

Hasil analisis pada Tabel 4 menunjukkan bahwa seluruh 50 butir soal (100%) memenuhi kriteria kejelasan konstruksi, yaitu kata kerja operasional yang digunakan konsisten dengan jenjang kognitif yang dituju (misalnya "definisikan" dan "sebutkan" untuk C1; "rancanglah" dan "susunlah" untuk C6), disertai objek soal yang spesifik sehingga tidak menimbulkan tafsir ganda. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Hrich et al. (2024) dan Sabqat et al. (2025) yang menunjukkan bahwa AI cukup andal digunakan sebagai alat bantu penapis awal (screening) kualitas konstruksi butir soal sebelum soal digunakan pada ujian sesungguhnya, sekalipun peran validasi ahli manusia tetap diperlukan sebagai lapis konfirmasi akhir. Pada aspek kebenaran bahasa, seluruh butir soal juga dinyatakan memenuhi kaidah Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI), efektivitas kalimat, serta konsistensi penulisan istilah teknis asing yang dicetak miring (misalnya steam cracking, fluidized bed, dan value chain). Kemampuan AI dalam mendeteksi konsistensi kebahasaan dan istilah teknis ini konsisten dengan temuan Li et al. (2024) yang menunjukkan bahwa AI dapat memberikan umpan balik yang relevan terhadap ketepatan tata bahasa dan koherensi teks akademik. Meskipun demikian, sejumlah kajian mengingatkan bahwa hasil analisis AI perlu tetap dikonfirmasi oleh dosen ahli bidang studi (expert judgment) karena AI berpotensi mengalami bias atau kurang peka terhadap konteks teknis yang sangat spesifik pada suatu disiplin ilmu (Mittal et al., 2024; Gorgun & Bulut, 2024). Oleh karena itu, dalam penelitian ini hasil analisis AI diperlakukan sebagai tahap penyaringan awal yang mempercepat proses telaah kualitas soal, bukan sebagai keputusan akhir yang menggantikan sepenuhnya peran dosen pengampu.

Secara keseluruhan, hasil pengembangan ini menunjukkan bahwa integrasi kisi-kisi Taksonomi Bloom Revisi dengan analisis kualitas berbasis AI mampu menghasilkan bank soal esai Petrokimia yang terdistribusi seimbang dan memenuhi standar konstruksi serta kebahasaan. Bank soal ini merupakan instrumen evaluasi standar pertama untuk mata kuliah Petrokimia di Sekolah Tinggi Teknologi Migas, mengingat sebelumnya soal ujian disusun secara individual oleh dosen pengampu tanpa kisi-kisi baku maupun proses validasi kualitas yang terdokumentasi. Keberadaan bank soal ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi penyusunan instrumen evaluasi pada mata kuliah lain di lingkup pendidikan vokasi migas dan petrokimia.

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan bank soal esai mata kuliah Petrokimia bagi mahasiswa semester 3 Program Studi D3 Teknik Pengolahan Migas, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, yang terdiri atas 50 butir soal terdistribusi merata pada sembilan pokok bahasan dan enam jenjang Taksonomi Bloom Revisi (C1–C6), dengan proporsi jenjang berpikir tingkat tinggi mencapai 52% dari keseluruhan soal. Hasil analisis kualitas berbasis AI menunjukkan bahwa seluruh butir soal memenuhi kriteria kejelasan konstruksi dan kebenaran bahasa, sehingga bank soal ini layak digunakan sebagai instrumen evaluasi pembelajaran.

Secara teoretis, penelitian ini memperkaya kajian tentang integrasi kisi-kisi Taksonomi Bloom Revisi dengan pemanfaatan AI sebagai alat bantu analisis kualitas soal pada konteks pendidikan vokasi teknik, sebuah bidang yang selama ini jarang menjadi objek kajian serupa. Secara praktis, bank soal ini memberikan rujukan konkret bagi dosen pengampu mata kuliah Petrokimia dalam menyusun ujian formatif maupun sumatif yang terstandarisasi, sekaligus dapat direplikasi untuk mata kuliah lain di lingkup pendidikan vokasi migas.

Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan. Pertama, analisis kualitas soal baru mencakup aspek konstruksi dan kebahasaan, belum mencakup uji empiris terhadap mahasiswa seperti tingkat kesukaran dan daya pembeda butir. Kedua, validasi AI belum dibandingkan secara sistematis dengan penilaian ahli (expert judgment) sebagai baku pembanding. Ketiga, penelitian ini terbatas pada satu mata kuliah di satu perguruan tinggi vokasi sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan secara hati-hati.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk: (1) melakukan uji coba empiris bank soal kepada mahasiswa guna memperoleh data tingkat kesukaran dan daya pembeda; (2) membandingkan hasil analisis AI dengan penilaian pakar bidang petrokimia sebagai bentuk triangulasi kualitas soal; dan (3) memperluas pengembangan bank soal serupa pada mata kuliah inti lain di Program Studi D3 Teknik Pengolahan Migas maupun program studi vokasi migas di perguruan tinggi lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sekolah Tinggi Teknologi Migas, khususnya Program Studi D3 Teknik Pengolahan Migas, atas dukungan fasilitas dan data kurikulum mata kuliah Petrokimia selama proses penelitian ini berlangsung. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan masukan pada proses penyusunan dan validasi butir soal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Addison Wesley Longman.
- Arnita, H., & Fadriati, F. (2022). Efektifitas kebijakan pendidikan vokasi di sekolah kejuruan. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 4(6), 8129–8137. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v4i6.9646>
- Avana, N., Nerita, S., Rurisman, Gistituati, N., & Rusdinal. (2024). Analisis kebijakan pendidikan terkait implementasi pendidikan vokasi dan pelatihan vokasi. *Naturalistic: Jurnal Kajian dan Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 8(2), 1–12. <https://doi.org/10.35568/naturalistic.v8i2.3559>
- Bloom, B. S. (Ed.). (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals, Handbook I: Cognitive Domain*. David McKay Company.
- Farrelly, T., & Baker, N. (2023). Generative artificial intelligence: Implications and considerations for higher education practice. *Education Sciences*, 13(11), 1109. <https://doi.org/10.3390/educsci13111109>
- Gorgun, G., & Bulut, O. (2024). Exploring quality criteria and evaluation methods in automated question generation: A comprehensive survey. *Education and Information Technologies*, 29(18), 24111–24142. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12771-3>
- Gustisiwi, N. P., Suryati, N. M., & Santosa, I. W. (2025). Analisis kesulitan menulis akademik mahasiswa program studi pendidikan Bahasa Indonesia. *Bahastra: Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, 6(1), 44–56. <https://doi.org/10.33394/bahastra.v6i1.7842>
- Hrich, N., Azekri, M., & Khaldi, M. (2024). Artificial intelligence item analysis tool for educational assessment: Case of large-scale competitive exams. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(6), 822–827. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.6.2107>
- Iskandar, A., & Rizal, M. (2017). Analisis kualitas soal di perguruan tinggi berbasis aplikasi TAP. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 21(2), 12–23. <https://doi.org/10.21831/pep.v22i1.15609>
- Kania, N., Kusumah, Y. S., Dahlan, J. A., Nurlaelah, E., Gürbüz, F., & Bonyah, E. (2024). Constructing and providing content validity evidence through the Aiken's V index based on the experts' judgments of the instrument to measure mathematical problem-solving skills. *REID (Research and Evaluation in Education)*, 10(1), 1–12. <https://doi.org/10.21831/reid.v10i1.71032>
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
- Lestari, E. D. (2024). Kesulitan mahasiswa dalam penulisan akademik Bahasa Indonesia. *Jurnal Bahasa dan Sastra*, 12(1), 45–56. <https://doi.org/10.31540/jbs.v12i1.7987>
- Li, X., Zhao, Y., & Peng, C. (2024). Exploring AI-based feedback on academic writing: A mixed-method study. *Smart Learning Environments*, 11(1), 295. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00295-9>
- Merino-Soto, C. (2023). Aiken's V coefficient: Differences in content validity judgments. *MHSalud: Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud*, 20(1), 1–10. <https://doi.org/10.15359/mhs.20-1.3>
- Mittal, U., Sai, S., Chamola, V., & Sangwan, D. (2024). A comprehensive review on generative AI for education. *IEEE Access*, 12, 142733–142759. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3468368>

- Mulyadi, R., & Mulianti, M. (2018). Kompetensi lulusan pendidikan vokasi: Analisis validitas dan reliabilitas indikator. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 18(1), 49–58. <https://doi.org/10.24036/invotek.v18i1.240>
- Qomariyah, R. S., Putri T.K., R. G. A., Putri, D. R., Putri, D. S., & Triya P., M. R. (2022). Analisis tingkat kesukaran dan daya pembeda pada butir soal pilihan ganda mata pelajaran Bahasa Indonesia kelas V semester 1 SDN Kedungdalem 2. *Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 1(2), 74–80. <https://doi.org/10.47233/jpst.v1i2.278>
- Rachmawati, D., & Bayu Pradana, A. (2025). Analisis butir soal mata pelajaran ekonomi: Validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. *Jurnal Pendidikan Ekonomi (JUPE)*, 13(3), 273–284. <https://doi.org/10.26740/jupe.v13n3.p273-284>
- Rohman, S. (2023). Pengembangan instrumen penilaian hasil belajar berbasis taksonomi Bloom. *Al-Ibrah: Jurnal Pendidikan dan Keilmuan Islam*, 8(1), 86–108. <https://doi.org/10.61815/alibrah.v8i1.262>
- Sabqat, M., Khan, R. A., Jawaid, M., & Sajjad, M. (2025). Artificial intelligence meets item analysis (AI meets IA): A study of chatbot training and performance in detecting and correcting MCQ flaws. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 41(3). <https://doi.org/10.12669/pjms.41.3.11224>
- Sridharan, K., & Sequeira, R. P. (2024). Artificial intelligence and medical education: Application in classroom instruction and student assessment using a pharmacology & therapeutics case study. *BMC Medical Education*, 24, Article 448. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05365-7>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Tobler, S. (2023). Smart grading: A generative AI-based tool for knowledge-grounded answer evaluation in educational assessments. *MethodsX*, 11, 102531. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102531>
- Veddayana, C., Romadhon, S., Aldresti, F., & Suyono, S. (2023). Rasionalitas implementasi Chat GPT dalam pembelajaran keterampilan menulis karya ilmiah. *GHANCARAN: Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, 8(2), 443–452. <https://doi.org/10.19105/ghancaran.vi.11778>
- Yusrizal. (2016). Analysis of difficulty level of physics national examination's questions. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1), 140–149. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i1.5803>