

TRANSFORMASI DAN INOVASI PEMBELAJARAN VOKASIONAL TEKNIK DI ERA DIGITAL UNTUK KESIAPAN KERJA MASA DEPAN

Hasanuddin¹, Sitti Nur Alam², Andi Muh Akbar Saputra³

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Negeri Gorontalo

²Program Studi Sistem Informasi, Universitas Yapis Papua

³Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Islam Makassar

email: hasanuddin76@ung.ac.id¹

Abstract

The digital transformation of technical vocational education is increasingly urgent as Industry 4.0, Society 5.0, and artificial intelligence reshape work processes, skill requirements, and learning ecosystems. This article aims to synthesize evidence-based strategies for improving vocational engineering learning so that graduates are better prepared for future employment. The study used a structured narrative literature review by examining peer-reviewed journal articles and policy reports related to digital technology integration, competency-based curriculum, teaching factory implementation, virtual laboratories, immersive learning, and education-industry collaboration. The review indicates that effective transformation is not limited to the adoption of digital tools; it requires alignment among curriculum outcomes, authentic assessment, teacher digital competence, infrastructure readiness, and workplace-based learning. Artificial intelligence, Internet of Things, augmented reality, virtual reality, and virtual laboratories can strengthen conceptual understanding and practical skills when integrated with project-based learning and teaching factory models. Industry collaboration improves curriculum relevance, supports certification, and reduces the skill mismatch between vocational graduates and labour market expectations. The article concludes that vocational engineering learning should be redesigned as an integrated ecosystem that combines technology, pedagogy, curriculum flexibility, and strategic partnerships. The proposed recommendations can guide institutions in building adaptive, inclusive, and future-ready vocational learning.

Keywords : Vocational Engineering Learning; Digital Transformation; Teaching Factory; Virtual Laboratory; Industry Collaboration

Abstrak

Transformasi digital pendidikan vokasional teknik menjadi semakin mendesak karena Industri 4.0, Society 5.0, dan kecerdasan buatan mengubah proses kerja, kebutuhan kompetensi, serta ekosistem pembelajaran. Artikel ini bertujuan menyintesis strategi berbasis bukti untuk meningkatkan kualitas pembelajaran vokasional teknik agar lulusan lebih siap menghadapi dunia kerja masa depan. Penelitian menggunakan metode tinjauan pustaka naratif-terstruktur dengan menelaah artikel jurnal dan laporan kebijakan yang relevan tentang integrasi teknologi digital, kurikulum berbasis kompetensi, teaching factory, laboratorium virtual, pembelajaran imersif, dan kolaborasi pendidikan-industri. Hasil kajian menunjukkan bahwa transformasi yang efektif tidak cukup dilakukan melalui adopsi perangkat digital, tetapi harus menyelaraskan capaian kurikulum, asesmen autentik, kompetensi digital pendidik, kesiapan infrastruktur, dan pembelajaran berbasis pengalaman kerja. Kecerdasan buatan, Internet of Things, augmented reality, virtual reality, dan laboratorium virtual dapat memperkuat pemahaman konseptual dan keterampilan praktik apabila diintegrasikan dengan project-based learning dan teaching factory. Kolaborasi dengan industri meningkatkan relevansi kurikulum, mendukung sertifikasi kompetensi, dan mengurangi kesenjangan keterampilan lulusan. Kajian ini menyimpulkan bahwa pembelajaran vokasional teknik perlu dirancang sebagai ekosistem terpadu yang menggabungkan teknologi, pedagogi, fleksibilitas kurikulum, dan kemitraan strategis.

Kata Kunci: Pembelajaran Vokasional Teknik; Transformasi Digital; Teaching Factory; Laboratorium Virtual; Kolaborasi Industri



1. Pendahuluan

Perubahan teknologi pada era Industri 4.0 dan Society 5.0 telah menggeser kebutuhan kompetensi tenaga kerja dari sekadar penguasaan keterampilan teknis menuju kemampuan yang lebih kompleks, yaitu literasi digital, literasi data, pemecahan masalah, kolaborasi, adaptabilitas, dan kemampuan belajar sepanjang hayat. Dalam konteks pendidikan vokasional teknik, perubahan ini menuntut lembaga pendidikan untuk tidak hanya memperbaiki perangkat pembelajaran, tetapi juga menata kembali kurikulum, strategi pedagogis, asesmen, dan pola kemitraan dengan dunia usaha dan dunia industri. UNESCO-UNEVOC menegaskan bahwa digitalisasi mengubah kebutuhan keterampilan untuk bekerja dan hidup, sehingga institusi TVET perlu mengidentifikasi serta mengintegrasikan keterampilan digital secara sistematis [1].

Laporan Future of Jobs Report 2025 menunjukkan bahwa perubahan teknologi, transisi hijau, serta dinamika ekonomi global mendorong transformasi pekerjaan dan keterampilan dalam rentang 2025-2030 [2]. Temuan tersebut relevan bagi pendidikan vokasi karena lulusan tidak lagi cukup dibekali keterampilan kerja rutin; mereka perlu dibangun sebagai pekerja adaptif yang mampu mengoperasikan teknologi, memahami sistem produksi berbasis data, dan berkolaborasi dalam lingkungan kerja yang semakin digital. OECD juga menekankan pentingnya kebijakan keterampilan yang mendukung transisi hijau dan digital agar tenaga kerja mampu beradaptasi terhadap perubahan struktural [3].

Permasalahan utama pendidikan vokasional teknik adalah masih adanya kesenjangan antara kompetensi yang diajarkan di lembaga pendidikan dengan kebutuhan nyata industri. Kesenjangan ini tampak pada kurikulum yang belum sepenuhnya fleksibel, pengalaman praktik yang belum setara dengan standar industri, dan keterbatasan integrasi teknologi mutakhir dalam pembelajaran [4]. Kolaborasi dengan industri menjadi kunci karena dapat menghadirkan peta kompetensi, pembelajaran berbasis proyek riil, instruktur tamu, magang, serta sertifikasi yang sesuai dengan kebutuhan pasar kerja [5].

Selain kurikulum dan kemitraan, inovasi pembelajaran perlu diarahkan pada pengalaman belajar yang autentik. Pembelajaran berbasis proyek, teaching factory, laboratorium virtual, augmented reality, virtual reality, kecerdasan buatan, dan Internet of Things dapat memperluas kesempatan siswa untuk belajar melalui simulasi, eksperimen, analitik, dan penyelesaian masalah nyata. Namun, penggunaan teknologi tersebut harus dikaitkan dengan desain pedagogis yang jelas. Teknologi yang berdiri sendiri hanya menghasilkan digitalisasi permukaan, sedangkan teknologi yang terintegrasi dengan tujuan pembelajaran, asesmen, dan praktik industri dapat memperkuat kesiapan kerja lulusan [6-10].

Berdasarkan konteks tersebut, artikel ini bertujuan menyintesis strategi transformasi dan inovasi pembelajaran vokasional teknik di era digital. Fokus kajian diarahkan pada tiga aspek utama, yaitu integrasi teknologi digital, penguatan kurikulum berbasis kompetensi abad ke-21, dan kolaborasi pendidikan-industri. Hasil kajian diharapkan memberikan rekomendasi operasional bagi lembaga vokasi, pendidik, pembuat kebijakan, dan mitra industri dalam merancang pembelajaran yang relevan, adaptif, dan berorientasi pada kesiapan kerja masa depan.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka naratif-terstruktur. Pendekatan ini dipilih karena tujuan kajian bukan menguji efektivitas satu intervensi secara kuantitatif, melainkan menyintesis tema, kecenderungan, dan rekomendasi strategis dari berbagai literatur terkait transformasi pembelajaran vokasional teknik. Tinjauan dilakukan dengan mengikuti prinsip transparansi dalam penelusuran dan sintesis literatur sebagaimana dianjurkan dalam pedoman pelaporan tinjauan pustaka [14,15].

Sumber data berupa artikel jurnal, prosiding ilmiah, dan laporan kebijakan yang membahas pendidikan vokasi, TVET, teaching factory, pembelajaran berbasis teknologi, AI, IoT, AR/VR, laboratorium virtual, kurikulum berbasis kompetensi, dan kemitraan pendidikan-industri. Literatur dipilih berdasarkan empat kriteria: (1) relevan dengan pendidikan vokasional teknik atau pembelajaran berbasis teknologi, (2) memuat temuan empiris atau analisis

konseptual yang dapat digunakan untuk menyusun rekomendasi, (3) diterbitkan dalam sumber yang dapat ditelusuri melalui DOI, laman jurnal, atau penerbit resmi, dan (4) memiliki keterkaitan langsung dengan kesiapan kerja, kompetensi abad ke-21, atau transformasi digital.

Analisis dilakukan melalui sintesis tematik. Setiap literatur dibaca untuk mengidentifikasi isu utama, bentuk inovasi pembelajaran, implikasi terhadap kompetensi peserta didik, serta prasyarat implementasi. Hasil coding kemudian dikelompokkan ke dalam lima tema: digitalisasi dan literasi data, kurikulum berbasis kompetensi, teknologi imersif dan laboratorium virtual, teaching factory dan pembelajaran berbasis proyek, serta kolaborasi pendidikan-industri. Sintesis tematik tersebut menjadi dasar penyusunan pembahasan dan rekomendasi.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil kajian menunjukkan bahwa transformasi pembelajaran vokasional teknik perlu dipahami sebagai perubahan ekosistem, bukan hanya penggunaan aplikasi digital. Ekosistem tersebut mencakup tujuan pembelajaran yang terukur, kurikulum yang fleksibel, pembelajaran autentik, pemanfaatan teknologi, kesiapan pendidik, infrastruktur, asesmen kompetensi, serta keterlibatan industri. Sintesis literatur disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sintesis tematik literatur transformasi pembelajaran vokasional teknik

Tema transformasi	Fokus kajian	Implikasi terhadap pembelajaran vokasi	Rujukan
Digitalisasi dan literasi data	AI, IoT, analitik pembelajaran, platform digital, dan kebutuhan keterampilan baru.	Pembelajaran perlu membangun literasi digital, literasi data, pemecahan masalah berbasis teknologi, dan kesiapan menghadapi pekerjaan berbasis otomatisasi.	[1-3,7,16]
Kurikulum berbasis kompetensi	Penyelarasan capaian pembelajaran dengan keterampilan teknis, soft skills, dan kebutuhan industri.	Kurikulum harus fleksibel, berbasis capaian, didukung micro-credential/sertifikasi, dan dinilai melalui asesmen autentik.	[3,4,6]
Teknologi imersif dan laboratorium virtual	AR, VR, simulasi 360 derajat, dan praktik aman pada konteks berisiko tinggi atau mahal.	Teknologi imersif dapat memperkuat visualisasi konsep teknis, latihan prosedural, keselamatan kerja, dan pengalaman belajar berulang.	[8-11]
Teaching factory dan project-based learning	Pembelajaran berbasis proses produksi, proyek riil, dan standar kerja industri.	Siswa memperoleh pengalaman kerja autentik, memahami alur produksi, dan mengembangkan kompetensi teknis serta kolaboratif.	[5,6,12]
Kolaborasi pendidikan-industri	Kurikulum bersama, pengajar tamu, magang, sertifikasi, dan pemetaan kompetensi.	Kemitraan membantu mengurangi skills mismatch dan meningkatkan relevansi lulusan terhadap kebutuhan pasar kerja.	[2,5,13]

A. Integrasi teknologi digital sebagai penguat kompetensi vokasional

Integrasi teknologi digital dalam pendidikan vokasional teknik memiliki dua fungsi utama: sebagai objek kompetensi dan sebagai medium pembelajaran. Sebagai objek kompetensi, peserta didik perlu memahami cara kerja teknologi seperti AI, IoT, sensor, otomasi, platform data, dan sistem produksi digital. Sebagai medium pembelajaran, teknologi dapat digunakan untuk memperkaya akses materi, memperluas simulasi praktik, memberikan umpan balik cepat, serta memantau capaian belajar

secara lebih terukur. Dalam pendidikan vokasi, penggunaan AI telah dilaporkan berpotensi mendukung personalisasi pembelajaran, analitik belajar, rekomendasi materi, dan penguatan simulasi [7].

Namun, integrasi teknologi harus dirancang secara pedagogis. AI dan IoT tidak otomatis meningkatkan kualitas pembelajaran apabila pendidik belum memiliki kompetensi desain pembelajaran digital, literasi data, dan kemampuan memilih alat yang sesuai dengan capaian pembelajaran. Oleh karena itu, lembaga vokasi perlu menyiapkan peta jalan transformasi digital yang mencakup pengembangan kapasitas guru/dosen, standar keamanan data, kebijakan penggunaan teknologi, dan dukungan infrastruktur.

B. Laboratorium virtual, AR, dan VR untuk pengalaman belajar autentik

Teknologi imersif seperti AR dan VR memberi peluang besar bagi pembelajaran teknik karena mampu menghadirkan objek, prosedur, dan lingkungan kerja yang sulit, mahal, atau berisiko jika dipraktikkan secara langsung. Tinjauan literatur AR pada pendidikan vokasi menunjukkan bahwa AR dapat mendukung visualisasi objek teknis dan memperkaya pengalaman belajar kontekstual [8,9]. Sementara itu, VR dan laboratorium virtual dapat digunakan untuk latihan keselamatan kerja, prosedur operasional, dan penguatan pemahaman melalui simulasi yang dapat diulang [10,11].

Meskipun demikian, penggunaan AR/VR perlu memperhatikan kesesuaian materi, beban kognitif, kesiapan perangkat, dan alur aktivitas belajar. Pengalaman imersif yang menarik secara visual belum tentu efektif jika tidak diikuti tugas belajar yang jelas, umpan balik, dan refleksi. Dalam pembelajaran vokasional teknik, AR/VR paling tepat digunakan untuk materi yang membutuhkan visualisasi spasial, praktik prosedural, identifikasi komponen, simulasi bahaya, atau latihan keputusan pada situasi kerja.

C. Kurikulum fleksibel dan asesmen autentik

Kurikulum pendidikan vokasi harus bersifat adaptif terhadap perubahan teknologi dan kebutuhan industri. Kurikulum yang terlalu statis akan memperlebar kesenjangan kompetensi lulusan. Karena itu, pengembangan kurikulum perlu berbasis capaian kompetensi, peta okupasi, standar industri, dan proyeksi kebutuhan kerja. Kurikulum juga perlu menempatkan soft skills sebagai bagian inti, bukan pelengkap. Kemampuan komunikasi, kolaborasi, kreativitas, berpikir kritis, etika kerja, dan adaptabilitas merupakan modal penting untuk menghadapi perubahan teknologi [2-4].

Asesmen pembelajaran juga perlu bergeser dari tes pengetahuan menuju asesmen autentik. Dalam konteks vokasi, asesmen dapat berupa kinerja praktik, produk proyek, portofolio digital, simulasi prosedural, studi kasus industri, presentasi solusi, atau sertifikasi kompetensi. Dengan asesmen autentik, pendidik dapat menilai tidak hanya apa yang diketahui siswa, tetapi juga bagaimana siswa menggunakan pengetahuan tersebut untuk menyelesaikan masalah nyata.

D. Teaching factory dan pembelajaran berbasis proyek

Teaching factory merupakan strategi yang relevan untuk menjembatani pembelajaran di sekolah/kampus dengan proses kerja industri. Model ini menghadirkan suasana belajar yang menyerupai proses produksi atau layanan nyata, sehingga peserta didik mengalami siklus kerja mulai dari perencanaan, produksi, pengendalian mutu, dokumentasi, hingga evaluasi hasil. Pengembangan model teaching factory menekankan pentingnya dukungan sumber daya, rancangan kurikulum, kemitraan industri, dan tata kelola pembelajaran produktif [12].

Pembelajaran berbasis proyek dapat menjadi fondasi pedagogis teaching factory. Melalui proyek, peserta didik belajar menerapkan teori, menggunakan alat, berkolaborasi, memecahkan masalah, dan menghasilkan produk. Agar berdampak terhadap kesiapan kerja, proyek sebaiknya dirancang berdasarkan masalah nyata dari industri atau komunitas, memiliki standar mutu, dan dievaluasi bersama oleh pendidik serta praktisi industri.

E. Kolaborasi pendidikan-industri sebagai strategi pengurangan skills mismatch

Kolaborasi dengan industri merupakan faktor kritis dalam transformasi pembelajaran vokasional teknik. Kolaborasi tidak cukup dimaknai sebagai tempat magang, tetapi perlu dikembangkan menjadi kemitraan strategis yang mencakup penyusunan kurikulum, pelaksanaan praktik kerja, pemutakhiran teknologi, pelatihan pendidik, asesmen kompetensi, riset terapan, dan rekognisi sertifikasi [5].



Kemitraan yang kuat memungkinkan lembaga vokasi memperoleh informasi terbaru tentang kebutuhan kompetensi, standar alat, budaya kerja, dan arah perkembangan teknologi. Dengan demikian, kurikulum dan pembelajaran dapat diperbarui secara berkala. Kolaborasi juga membantu siswa memperoleh pengalaman kerja, membangun jejaring profesional, dan memahami ekspektasi industri sejak masa pendidikan.

Berdasarkan sintesis tersebut, transformasi pembelajaran vokasional teknik perlu dirancang melalui empat tahapan. Pertama, institusi melakukan pemetaan kompetensi bersama industri dan meninjau kesesuaian kurikulum. Kedua, pendidik mengembangkan pembelajaran aktif berbasis proyek, teaching factory, dan simulasi digital. Ketiga, institusi menyiapkan infrastruktur, sistem manajemen pembelajaran, laboratorium virtual, serta dukungan pelatihan pendidik. Keempat, hasil implementasi dievaluasi secara berkelanjutan melalui indikator ketercapaian kompetensi, kualitas produk/proyek, umpan balik industri, dan kesiapan kerja lulusan.

4. Kesimpulan dan Saran

Transformasi dan inovasi pembelajaran vokasional teknik di era digital harus diposisikan sebagai pembaruan menyeluruh terhadap ekosistem pendidikan vokasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa kesiapan kerja masa depan tidak dapat dicapai hanya melalui penambahan perangkat teknologi, tetapi membutuhkan integrasi antara kurikulum berbasis kompetensi, pembelajaran autentik, asesmen kinerja, teknologi digital, peningkatan kapasitas pendidik, dan kolaborasi strategis dengan industri. AI, IoT, AR, VR, laboratorium virtual, teaching factory, dan pembelajaran berbasis proyek dapat memperkuat keterampilan teknis dan soft skills apabila digunakan sesuai capaian pembelajaran dan konteks kerja nyata.

Saran praktis dari kajian ini adalah lembaga pendidikan vokasional teknik perlu menyusun peta jalan transformasi digital yang realistis, dimulai dari audit kurikulum, pemetaan kebutuhan industri, penguatan kompetensi digital pendidik, pengembangan proyek berbasis masalah industri, dan penyediaan sarana praktik yang mendukung pembelajaran berbasis teknologi. Pemerintah dan industri perlu dilibatkan dalam pembiayaan infrastruktur, penyusunan standar kompetensi, penguatan sertifikasi, serta penyediaan program magang atau work-based learning. Penelitian selanjutnya disarankan menguji efektivitas model integratif ini melalui studi eksperimen, penelitian pengembangan, atau evaluasi implementasi pada program keahlian tertentu.

Bibliografi

- [1] UNESCO-UNEVOC, "TVET in a digital world," UNESCO-UNEVOC International Centre for TVET, Bonn. Available: <https://unevoc.unesco.org/home/ict+in+tvvet>
- [2] World Economic Forum, The Future of Jobs Report 2025. Geneva: World Economic Forum, 2025. Available: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>
- [3] OECD, OECD Skills Outlook 2023: Skills for a Resilient Green and Digital Transition. Paris: OECD Publishing, 2023. doi:10.1787/27452f29-en.
- [4] U. Verawardina, N. Jalinus, and L. Asnur, "Mengkaji kurikulum di era Revolusi Industri 4.0 bagi pendidikan vokasi," Wahana Didaktika: Jurnal Ilmu Kependidikan, vol. 17, no. 2, pp. 228-239, 2019. doi:10.31851/wahanadidaktika.v17i2.2834.
- [5] M. Sobari, D. Wahyudin, and L. Dewi, "Keterlibatan industri dalam pengembangan kurikulum pada tingkat SMK," Jurnal Education and Development, vol. 11, no. 3, pp. 230-238, 2023. doi:10.37081/ed.v11i3.4771.
- [6] Irwanto, "Model pembelajaran pendidikan vokasional yang efektif di era Revolusi Industri 4.0," Jurnal Taman Vokasi, vol. 8, no. 1, pp. 46-53, 2020. doi:10.30738/jtv.v8i1.7265.



- [7] M. I. Rosyadi, I. Kustiawan, E. O. Tetteh, and Q. Joshua, "The role of AI in vocational education: A systematic literature review," *Journal of Vocational Education Studies*, vol. 6, no. 2, pp. 244-263, 2023. doi:10.12928/joves.v6i2.9032.
- [8] S. Supriyanto, Q. Joshua, A. G. Abdullah, E. O. Tetteh, and S. D. Ramdani, "Application of augmented reality (AR) in vocational education: A systematic literature review," *Jurnal Pendidikan Vokasi*, vol. 13, no. 2, pp. 205-213, 2023. doi:10.21831/jpv.v13i2.54280.
- [9] F. K. Chiang, X. Shang, and L. Qiao, "Augmented reality in vocational training: A systematic review of research and applications," *Computers in Human Behavior*, vol. 129, 107125, 2022. doi:10.1016/j.chb.2021.107125.
- [10] H. Thomann, J. Zimmermann, and V. Deutscher, "How effective is immersive VR for vocational education? Analyzing knowledge gains and motivational effects," *Computers & Education*, vol. 220, 105127, 2024. doi:10.1016/j.compedu.2024.105127.
- [11] S. Girmay, K. Yliniemi, M. Nieminen, J. Linnera, and A. J. Karttunen, "Enhancing 360° virtual laboratory safety training with linear learning pathway design: Insights from student experiences," *Education for Chemical Engineers*, vol. 47, pp. 12-21, 2024. doi:10.1016/j.ece.2024.02.002.
- [12] P. T. Aji, A. Nasuha, D. Irmawati, A. T. Musaddid, M. A. H. Sofyana, and S. R. Hakim, "Development of teaching factory model in vocational higher education," *Journal of Vocational Applied Research and Studies*, vol. 2, no. 1, 2025. doi:10.21831/jvars.v2i1.1452.
- [13] R. Ubihatun, A. I. Aliyya, F. Wira, V. I. Ardhelia, and D. O. Radianto, "Tantangan dan prospek pendidikan vokasi di era digital: tinjauan literatur," *Abstrak: Jurnal Kajian Ilmu Seni, Media dan Desain*, vol. 1, no. 3, pp. 1-11, 2024. doi:10.62383/abstrak.v1i3.118.
- [14] M. J. Page et al., "The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews," *BMJ*, vol. 372, n71, 2021. doi:10.1136/bmj.n71.
- [15] Y. Xiao and M. Watson, "Guidance on conducting a systematic literature review," *Journal of Planning Education and Research*, vol. 39, no. 1, pp. 93-112, 2019. doi:10.1177/0739456X17723971.
- [16] V. Sima, I. G. Gheorghe, J. Subic, and D. Nancu, "Influences of the Industry 4.0 revolution on the human capital development and consumer behavior: A systematic review," *Sustainability*, vol. 12, no. 10, 4035, 2020. doi:10.3390/su12104035.