

Technology Driven Innovation for Enhancing Digital Skills in Vocational Education

Inovasi Berbasis Teknologi untuk Meningkatkan Keterampilan Digital dalam Pendidikan Vokasi

Sondang Visiana Sihotang^{1*}, Muhammad Rifat Shauqy², Algiyant Rezki Tri Utama³, Sabil Maulana

Fauzi⁴, Nicholas Lachlan⁵

^{1,3,4}Faculty of Economics and Business, Universitas Raharja, Indonesia

²Faculty of Science and Technology, Universitas Raharja, Indonesia

³Rey Incorporation, United States

¹sondang@raharja.info, ²rifat.syaquy@raharja.info, ³algiyantrezky@raharja.info, ⁴sabilmaulana@raharja.info, ⁵nicholas.lach@rey.zone

*Corresponding Author

Article Info

Article history:

Penyerahan Juli 13, 2026

Revisi bulan Juli 30, 2026

Diterima Agustus 22, 2026

Diterbitkan September 30, 2026

Keywords:

Technology-Driven Innovation

Digital Skills

Vocational Education

Workforce Readiness

Digital Transformation

Kata Kunci:

Inovasi Berbasis Teknologi

Keterampilan Digital

Pendidikan Vokasi

Kesiapan Kerja

Transformasi Digital



ABSTRACT

The rapid advancement of digital technologies, automation, and industrial transformation has significantly reshaped workforce competency requirements, compelling vocational education institutions to adopt technology-driven innovations in teaching and learning **to prepare** graduates for increasingly dynamic and digitally oriented workplace environments while meeting continuously evolving industry competency demands. This study aims to examine the impact of technology-driven innovation on students' digital skills and its influence on future workforce readiness in vocational education. **A quantitative research** approach was employed using a survey of 200 vocational education students from various study programs who actively utilized digital technologies in their learning activities. Data were collected through a five-point Likert-scale questionnaire and analyzed using Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) with SmartPLS software. **The research model consisted** of three constructs, Technology-Driven Innovation, Digital Skills, and Future Workforce Readiness. **The findings indicate** that technology-driven innovation has a positive and significant effect on students' digital skills. Furthermore, digital skills positively influence students' readiness to meet the demands of an increasingly digitalized labor market. The results also reveal that digital skills serve as a mediating variable, strengthening the relationship between technology-driven innovation and future workforce readiness. **These findings highlight** the importance of developing adaptive curricula, integrating innovative educational technologies, and strengthening collaboration between vocational education institutions and industry to produce graduates equipped with advanced digital competencies, adaptability, and the skills required to thrive in the Industry 5.0 era.

This is an open access article under the [CC BY](#) license.



ABSTRAK

Pesatnya perkembangan teknologi digital, otomatisasi, dan transformasi industri telah secara signifikan mengubah kebutuhan kompetensi tenaga kerja, sehingga lembaga pendidikan vokasi dituntut untuk mengadopsi inovasi pembelajaran berbasis teknologi **guna mempersiapkan** lulusan menghadapi lingkungan kerja yang semakin dinamis dan berorientasi digital serta memenuhi tuntutan kompetensi industri yang terus berkembang. Penelitian ini bertujuan untuk men-

analisis pengaruh inovasi berbasis teknologi terhadap peningkatan keterampilan digital mahasiswa serta dampaknya terhadap kesiapan tenaga kerja masa depan di pendidikan vokasi. **Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif** dengan metode survei terhadap 200 mahasiswa dari berbagai program studi vokasi yang telah memanfaatkan teknologi digital dalam kegiatan pembelajaran. Pengumpulan data dilakukan menggunakan kuesioner dengan skala Likert lima poin, kemudian dianalisis menggunakan *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) melalui perangkat lunak SmartPLS. **Variabel penelitian meliputi** *Technology-Driven Innovation*, *Digital Skills*, dan *Future Workforce Readiness*. **Hasil penelitian menunjukkan** bahwa inovasi berbasis teknologi berpengaruh positif dan signifikan terhadap keterampilan digital mahasiswa. Selain itu, keterampilan digital terbukti memberikan pengaruh positif terhadap kesiapan mahasiswa dalam menghadapi kebutuhan dunia kerja yang semakin terdigitalisasi. Temuan penelitian juga mengindikasikan bahwa keterampilan digital berperan sebagai variabel mediasi yang memperkuat hubungan antara inovasi berbasis teknologi dan kesiapan tenaga kerja masa depan. **Implikasi penelitian** ini menegaskan pentingnya pengembangan kurikulum yang adaptif, integrasi teknologi pembelajaran, serta kolaborasi antara institusi pendidikan dan industri untuk menghasilkan lulusan vokasi yang memiliki kompetensi digital, kemampuan beradaptasi, serta kesiapan menghadapi tantangan Revolusi Industri 5.0.

This is an open access article under the [CC BY](#) license.



DOI: <https://doi.org/10.33050/mentari.v5i1.1216>

This is an open-access article under the CC-BY license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

©Authors retain all copyrights

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital yang berlangsung sangat pesat telah mengubah secara fundamental cara industri beroperasi, sehingga menciptakan tuntutan baru terhadap tenaga kerja yang memiliki kompetensi digital yang tinggi serta kemampuan untuk beradaptasi dengan lingkungan teknologi yang terus berkembang [1]. Berbagai teknologi baru seperti kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), komputasi awan (*Cloud Computing*), analisis Big Data, *Internet of Things* (IoT), otomatisasi, robotika, dan keamanan siber telah menjadi bagian penting dalam sistem industri modern [2]. Kondisi ini mengharuskan tenaga kerja tidak hanya menguasai keterampilan teknis, tetapi juga memiliki kemampuan berpikir kritis, literasi digital, kolaborasi, komunikasi, pemecahan masalah, serta kemampuan belajar sepanjang hayat [3]. Seiring dengan semakin luasnya penerapan transformasi digital yang didorong oleh Revolusi Industri 4.0 dan berkembang menuju era Industry 5.0, pendidikan vokasi memiliki peran strategis dalam mempersiapkan lulusan yang mampu memenuhi kebutuhan dunia kerja yang semakin kompleks [4]. Berbeda dengan pendidikan akademik yang lebih menekankan aspek konseptual, pendidikan vokasi berorientasi pada pengembangan kompetensi praktis dan kesiapan kerja melalui pembelajaran berbasis kompetensi [5]. Namun demikian, berbagai institusi pendidikan vokasi masih menghadapi tantangan dalam menyelaraskan kurikulum dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan industri [6]. Kesenjangan antara kompetensi lulusan dengan kebutuhan dunia kerja masih menjadi permasalahan utama yang menyebabkan rendahnya daya saing lulusan di pasar kerja digital [7]. Proses pembelajaran yang masih bersifat konvensional, keterbatasan pemanfaatan teknologi digital dalam kegiatan belajar mengajar, infrastruktur teknologi yang belum memadai, serta rendahnya kompetensi digital sebagian tenaga pendidik menjadi faktor yang menghambat peningkatan kualitas lulusan pendidikan vokasi [8]. Oleh karena itu, inovasi berbasis teknologi menjadi salah satu strategi yang sangat penting untuk mentransformasikan pendidikan vokasi melalui integrasi berbagai teknologi pembelajaran seperti *Learning Management System* (LMS), *laboratorium virtual*, simulasi digital, kecerdasan buatan, *Augmented Reality* (AR), *Virtual Reality* (VR), dan berbagai media pembelajaran interaktif lainnya ke dalam proses pembelajaran [9]. Pemanfaatan teknologi tersebut tidak hanya meningkatkan efektivitas pembelajaran, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang lebih autentik sesuai dengan kondisi dunia industri sehingga mampu meningkatkan keterampilan digital mahasiswa sebagai bekal menghadapi dunia kerja di masa depan [10].

Keterampilan digital saat ini telah menjadi salah satu kompetensi utama yang menentukan tingkat daya saing lulusan dalam memperoleh pekerjaan di berbagai sektor industri [11]. Dunia kerja modern tidak lagi hanya menuntut penguasaan keterampilan teknis sesuai bidang keahlian, tetapi juga kemampuan dalam mengelola informasi digital, memanfaatkan perangkat lunak, berkomunikasi secara digital, bekerja secara ko-

laboratif melalui teknologi, berpikir kritis, menyelesaikan masalah berbasis data, serta mampu beradaptasi terhadap perkembangan teknologi baru [12]. Berbagai laporan mengenai tren ketenagakerjaan global menunjukkan bahwa pekerjaan yang membutuhkan keterampilan digital tingkat menengah hingga tinggi terus mengalami peningkatan, sementara pekerjaan yang bersifat rutin semakin banyak tergantikan oleh sistem otomatisasi dan teknologi cerdas [13]. Kondisi tersebut mengharuskan institusi pendidikan vokasi untuk mengembangkan model pembelajaran yang lebih inovatif, fleksibel, dan berorientasi pada kebutuhan industri [14]. Inovasi berbasis teknologi memberikan peluang besar untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih interaktif, adaptif, dan berpusat pada peserta didik melalui pemanfaatan platform pembelajaran digital, simulasi industri, pembelajaran berbasis proyek, laboratorium virtual, hingga kolaborasi daring dengan dunia industri. Melalui penerapan teknologi tersebut, mahasiswa memperoleh kesempatan untuk meningkatkan kemampuan belajar mandiri, mengembangkan kreativitas, memperkuat kemampuan pemecahan masalah, meningkatkan kepercayaan diri dalam menggunakan teknologi digital, serta memperoleh pengalaman belajar yang lebih relevan dengan kebutuhan dunia kerja [15]. Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah membahas manfaat penggunaan teknologi dalam pendidikan vokasi, sebagian besar penelitian masih berfokus pada efektivitas penggunaan media atau platform pembelajaran tertentu tanpa mengkaji secara komprehensif bagaimana inovasi berbasis teknologi mampu meningkatkan keterampilan digital mahasiswa sekaligus mempersiapkan mereka menghadapi kebutuhan tenaga kerja masa depan [16]. Selain itu, penelitian terdahulu umumnya masih membahas kompetensi digital dan kesiapan kerja sebagai dua konsep yang berdiri sendiri sehingga belum banyak penelitian yang mengintegrasikan hubungan antara inovasi berbasis teknologi, keterampilan digital, dan kesiapan tenaga kerja dalam satu model penelitian yang utuh [17]. Kondisi tersebut menunjukkan adanya research gap yang perlu dikaji lebih lanjut melalui penelitian empiris agar diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai mekanisme bagaimana inovasi berbasis teknologi dapat meningkatkan keterampilan digital mahasiswa dan pada akhirnya memperkuat kesiapan mereka memasuki dunia kerja [18].



Gambar 1. Sustainable Development Goal (SDG)

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh inovasi berbasis teknologi terhadap peningkatan keterampilan digital mahasiswa serta dampaknya terhadap kesiapan tenaga kerja masa depan pada pendidikan vokasi [19]. Secara khusus, penelitian ini menguji apakah inovasi berbasis teknologi memiliki pengaruh langsung terhadap keterampilan digital mahasiswa dan apakah keterampilan digital berperan sebagai variabel mediasi yang memperkuat hubungan antara inovasi berbasis teknologi dengan kesiapan tenaga kerja masa depan [20]. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode PLS-SEM yang memungkinkan pengujian hubungan antarvariabel secara simultan sekaligus mengevaluasi validitas dan reliabilitas konstruk penelitian [21]. Model konseptual penelitian terdiri atas tiga konstruk utama, yaitu Inovasi Berbasis Teknologi, Keterampilan Digital, dan Kesiapan Tenaga Kerja

Masa Depan [22]. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baik secara teoretis maupun praktis [23]. Dari sisi teoretis, penelitian ini memperkaya kajian mengenai pendidikan vokasi dengan mengintegrasikan konsep inovasi teknologi, keterampilan digital, dan kesiapan kerja ke dalam satu model empiris yang komprehensif [24]. Dari sisi praktis, temuan penelitian diharapkan menjadi rekomendasi bagi pembuat kebijakan, institusi pendidikan vokasi, pengembang kurikulum, tenaga pendidik, serta mitra industri dalam merancang kurikulum berbasis teknologi yang mampu meningkatkan kompetensi digital mahasiswa sekaligus memperkuat daya saing lulusan di dunia kerja [18]. Selain itu, penelitian ini juga mendukung pencapaian *Sustainable Development Goal* (SDG) 4 seperti Gambar 1, mengenai Pendidikan Berkualitas melalui penguatan pembelajaran berbasis teknologi yang inklusif dan adaptif, serta berkontribusi terhadap SDG 8 mengenai pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi melalui pengembangan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi digital dan siap menghadapi tantangan transformasi industri [25]. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan ilmiah dalam pengembangan sistem pendidikan vokasi yang lebih inovatif, relevan, dan berorientasi pada kebutuhan dunia kerja di era transformasi digital [26].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pendidikan vokasi memiliki peran penting dalam menghasilkan sumber daya manusia yang memiliki kompetensi sesuai dengan kebutuhan dunia industri [27]. Seiring dengan berkembangnya transformasi digital, pendekatan pembelajaran di pendidikan vokasi tidak lagi hanya berfokus pada penguasaan keterampilan teknis, tetapi juga menekankan kemampuan memanfaatkan teknologi digital sebagai bagian dari proses belajar dan bekerja [28]. Inovasi berbasis teknologi menjadi salah satu strategi utama dalam meningkatkan kualitas pembelajaran melalui integrasi berbagai teknologi seperti *Learning Management System* (LMS), *laboratorium virtual*, simulasi berbasis komputer, *Artificial Intelligence* (AI), *Internet of Things* (IoT), *Augmented Reality* (AR), dan *Virtual Reality* (VR) [29]. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi tersebut mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran, memperluas akses terhadap sumber belajar, meningkatkan keterlibatan mahasiswa, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual sesuai dengan kebutuhan industri [30]. Selain itu, penerapan teknologi dalam pendidikan vokasi memungkinkan terciptanya lingkungan belajar yang lebih fleksibel, kolaboratif, dan berorientasi pada pengembangan kompetensi abad ke-21 [31].

Keterampilan digital (*digital skills*) merupakan salah satu kompetensi yang paling dibutuhkan dalam menghadapi perubahan dunia kerja akibat transformasi digital dan perkembangan *Industry 5.0* [32]. Keterampilan digital tidak hanya mencakup kemampuan mengoperasikan perangkat teknologi, tetapi juga meliputi literasi digital, komunikasi digital, pengelolaan informasi, pemecahan masalah berbasis teknologi, kolaborasi secara daring, keamanan digital, serta kemampuan beradaptasi terhadap perkembangan teknologi baru [33]. Organisasi internasional seperti UNESCO, OECD, dan World Economic Forum menempatkan keterampilan digital sebagai kompetensi inti yang harus dimiliki oleh lulusan pendidikan untuk meningkatkan daya saing di pasar kerja global [34]. Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa mahasiswa yang memiliki tingkat keterampilan digital yang tinggi cenderung memiliki kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi yang lebih baik dibandingkan mahasiswa dengan kompetensi digital yang rendah [35]. Oleh karena itu, pengembangan keterampilan digital menjadi salah satu indikator penting dalam menilai keberhasilan implementasi inovasi berbasis teknologi di lingkungan pendidikan vokasi [36].

Meskipun berbagai penelitian telah membahas implementasi teknologi dalam pendidikan maupun pengembangan keterampilan digital, sebagian besar masih berfokus pada pengaruh penggunaan media pembelajaran atau platform digital tertentu terhadap hasil belajar mahasiswa [37]. Penelitian yang mengintegrasikan hubungan antara inovasi berbasis teknologi, keterampilan digital, dan kesiapan tenaga kerja masa depan dalam satu model konseptual masih relatif terbatas, khususnya pada konteks pendidikan vokasi di negara berkembang [38]. Selain itu, sebagian besar penelitian terdahulu belum menguji peran keterampilan digital sebagai variabel mediasi yang menjelaskan bagaimana inovasi berbasis teknologi dapat meningkatkan kesiapan lulusan untuk menghadapi kebutuhan industri modern [39]. Berdasarkan kesenjangan penelitian tersebut, studi ini mengembangkan model penelitian yang menghubungkan inovasi berbasis teknologi sebagai variabel independen, keterampilan digital sebagai variabel mediasi, dan kesiapan tenaga kerja masa depan sebagai variabel dependen [40]. Model tersebut diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai mekanisme pengembangan kompetensi digital mahasiswa serta memberikan kontribusi teoritis dan praktis bagi pengembangan kurikulum, strategi pembelajaran, dan kebijakan pendidikan vokasi yang lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi [41].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain penelitian eksplanatori untuk menganalisis hubungan antara inovasi berbasis teknologi, keterampilan digital, dan kesiapan tenaga kerja masa depan pada pendidikan vokasi [42]. Pendekatan kuantitatif dipilih karena mampu menguji hubungan kausal antarvariabel secara objektif berdasarkan data empiris yang diperoleh melalui survei [43]. Populasi penelitian terdiri atas mahasiswa yang sedang menempuh pendidikan pada berbagai program studi vokasi dan telah memanfaatkan teknologi digital dalam proses pembelajaran [39]. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling dengan kriteria responden merupakan mahasiswa aktif yang memiliki pengalaman menggunakan teknologi pembelajaran digital, seperti *Learning Management System* (LMS), platform pembelajaran daring, laboratorium virtual, maupun aplikasi pembelajaran berbasis teknologi lainnya [44]. Sebanyak 200 responden berhasil memenuhi kriteria penelitian dan dijadikan sampel [40]. Data primer dikumpulkan menggunakan kuesioner berbasis skala Likert lima poin, mulai dari 1 (Sangat Tidak Setuju) hingga 5 (Sangat Setuju), yang disebarakan secara daring melalui Google Forms untuk memperoleh data yang efisien dan mudah diakses oleh responden [45].

Instrumen penelitian disusun berdasarkan indikator yang telah diadaptasi dari berbagai penelitian terdahulu dan disesuaikan dengan konteks pendidikan vokasi untuk memastikan bahwa setiap variabel dapat diukur secara relevan dengan tujuan penelitian [41]. Variabel inovasi berbasis teknologi diukur melalui beberapa indikator yang mencerminkan pemanfaatan teknologi digital dalam proses pembelajaran, kemudahan akses terhadap teknologi, kualitas media pembelajaran digital, serta inovasi metode pembelajaran yang digunakan dalam kegiatan pendidikan [46]. Variabel keterampilan digital diukur melalui kemampuan mahasiswa dalam menggunakan teknologi digital, literasi informasi, komunikasi digital, kolaborasi daring, pemecahan masalah berbasis teknologi, serta kemampuan beradaptasi terhadap perkembangan teknologi baru yang terus mengalami perubahan [42]. Sementara itu, variabel kesiapan tenaga kerja masa depan diukur melalui indikator yang menggambarkan kesiapan mahasiswa dalam menghadapi dunia kerja, kemampuan beradaptasi dengan perubahan teknologi, kompetensi profesional, kepercayaan diri dalam bekerja, serta kesiapan menghadapi berbagai tantangan yang muncul dalam industri digital [47]. Seluruh indikator tersebut digunakan sebagai dasar dalam penyusunan instrumen dan pengukuran konstruk penelitian [48]. Sebelum analisis dilakukan, data terlebih dahulu diuji kualitasnya melalui pengujian validitas dan reliabilitas instrumen menggunakan nilai *outer loading*, *Average Variance Extracted* (AVE), *Composite Reliability* (CR), dan *Cronbach's Alpha*. Pengujian tersebut dilakukan untuk memastikan bahwa setiap indikator mampu mengukur konstruk yang sesuai dan setiap konstruk dalam penelitian memenuhi persyaratan pengukuran yang baik sebelum digunakan dalam analisis lebih lanjut [49].

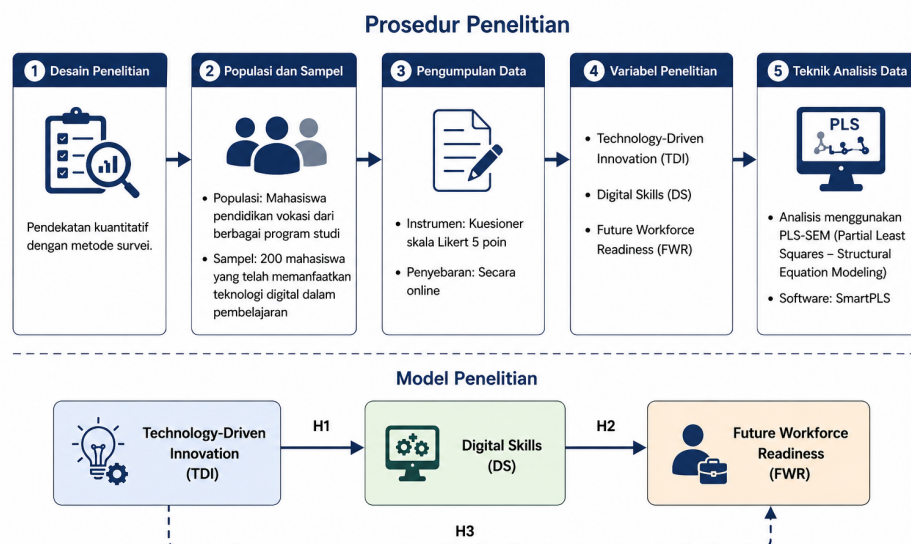
Tabel 1. Variabel dan Indikator Penelitian

Variabel	Peran	Indikator
Technology-Driven Innovation (TDI)	Independen	Pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran, kemudahan akses teknologi, kualitas media pembelajaran digital, inovasi metode pembelajaran
Digital Skills (DS)	Mediasi	Kemampuan menggunakan teknologi digital, literasi informasi, komunikasi digital, kolaborasi daring, pemecahan masalah berbasis teknologi, kemampuan beradaptasi terhadap teknologi baru
Future Workforce Readiness (FWR)	Dependen	Kesiapan menghadapi dunia kerja, kemampuan beradaptasi terhadap perubahan teknologi, kompetensi profesional, kepercayaan diri dalam bekerja, kesiapan menghadapi tantangan industri digital

Tabel 1 menunjukkan tiga variabel utama yang digunakan dalam penelitian, yaitu *Technology-Driven Innovation* (TDI) sebagai variabel independen, *Digital Skills* (DS) sebagai variabel mediasi, dan *Future Workforce Readiness* (FWR) sebagai variabel dependen [50]. TDI mencakup pemanfaatan dan inovasi teknologi digital dalam pembelajaran, termasuk kemudahan akses teknologi serta penggunaan media dan metode pembe-

lajaran digital [51]. Selanjutnya, DS meliputi kemampuan menggunakan teknologi, literasi informasi, komunikasi digital, kolaborasi daring, pemecahan masalah berbasis teknologi, dan kemampuan beradaptasi terhadap perkembangan teknologi [52]. Sementara itu, FWR mencakup kesiapan menghadapi dunia kerja, kemampuan beradaptasi terhadap perubahan teknologi, kompetensi profesional, kepercayaan diri dalam bekerja, serta kesiapan menghadapi berbagai tantangan dalam industri digital [53]. Ketiga variabel tersebut menjadi dasar dalam pengukuran penelitian untuk melihat hubungan antara inovasi berbasis teknologi, keterampilan digital, dan kesiapan mahasiswa dalam menghadapi kebutuhan dunia kerja [54].

Analisis data dilakukan menggunakan metode PLS-SEM dengan bantuan perangkat lunak SmartPLS [55]. Metode PLS-SEM dipilih karena mampu menganalisis hubungan antarvariabel laten secara simultan, memiliki kemampuan yang baik dalam mengolah model penelitian yang kompleks, serta tidak mengharuskan data berdistribusi normal [56]. Analisis dilakukan dalam dua tahap, yaitu evaluasi model pengukuran (*outer model*) dan model struktural (*inner model*). Evaluasi outer model meliputi pengujian validitas konvergen dengan nilai outer loading $> 0,70$ dan AVE $> 0,50$, serta pengujian reliabilitas menggunakan nilai *Composite Reliability* dan *Cronbach's Alpha* yang masing-masing harus lebih besar dari 0,70. Selanjutnya, evaluasi inner model dilakukan dengan menguji koefisien determinasi (R^2), nilai *effect size* (f^2), *predictive relevance* (Q^2), serta pengujian hipotesis menggunakan teknik bootstrapping sebanyak 5.000 subsampel [57]. Hipotesis penelitian dinyatakan diterima apabila nilai t-statistic $> 1,96$ dan p-value $< 0,05$, sehingga dapat menjelaskan pengaruh inovasi berbasis teknologi terhadap keterampilan digital serta dampaknya terhadap kesiapan tenaga kerja masa depan pada pendidikan vokasi.



Gambar 1. Prosedur Penelitian dan Model Penelitian

Gambar 2. Prosedur Penelitian

Gambar 2 tersebut menjelaskan prosedur dan model penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, dimulai dengan pendekatan kuantitatif melalui metode survei terhadap 200 mahasiswa pendidikan vokasi yang dipilih menggunakan purposive sampling sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Data dikumpulkan melalui kuesioner online dengan menggunakan skala Likert lima poin untuk memperoleh persepsi dan kemampuan responden terhadap variabel yang diteliti. Selanjutnya, data yang telah terkumpul dianalisis menggunakan metode Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) dengan bantuan perangkat lunak SmartPLS untuk menguji hubungan antarvariabel dalam model penelitian. Penelitian ini melibatkan tiga variabel utama, yaitu *Technology-Driven Innovation* (TDI), *Digital Skills* (DS), dan *Future Workforce Readiness* (FWR). Model penelitian menunjukkan bahwa TDI berpengaruh terhadap DS, DS berpengaruh terhadap FWR, serta DS berperan sebagai variabel mediasi dalam hubungan antara TDI dan FWR. Dengan demikian, model tersebut digunakan untuk menggambarkan bagaimana penerapan inovasi berbasis teknologi dapat mendukung pengembangan keterampilan digital mahasiswa dan selanjutnya berkontribusi terhadap kesiapan mereka dalam menghadapi dunia kerja.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis menggunakan PLS-SEM menunjukkan bahwa seluruh indikator penelitian memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas. Nilai outer loading seluruh indikator berada di atas 0,70, sedangkan nilai (AVE) pada setiap konstruk melebihi 0,50. Selain itu, nilai *Composite Reliability* dan *Cronbach's Alpha* masing-masing konstruk juga berada di atas 0,70, sehingga instrumen penelitian dapat dinyatakan memiliki konsistensi internal yang baik dan layak digunakan dalam pengujian model struktural. Evaluasi model pengukuran tersebut menunjukkan bahwa indikator yang digunakan mampu merepresentasikan konstruk inovasi berbasis teknologi, keterampilan digital, dan kesiapan tenaga kerja masa depan secara valid dan reliabel. Pada model struktural, Inovasi Berbasis Teknologi terbukti berpengaruh positif dan signifikan terhadap keterampilan digital mahasiswa. Temuan ini menunjukkan bahwa semakin baik penerapan inovasi berbasis teknologi dalam proses pembelajaran, semakin besar pula peluang mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan dalam memanfaatkan teknologi digital, mengelola informasi, berkomunikasi secara digital, serta menyelesaikan permasalahan berbasis teknologi. Selanjutnya, keterampilan digital juga terbukti berpengaruh positif dan signifikan terhadap Kesiapan tenaga kerja masa depan. Mahasiswa dengan kompetensi digital yang lebih baik cenderung memiliki kemampuan adaptasi yang lebih tinggi terhadap perubahan teknologi, lebih siap menghadapi tuntutan lingkungan kerja yang terdigitalisasi, serta memiliki kemampuan yang lebih relevan dengan kebutuhan dunia industri. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa keterampilan digital berperan sebagai variabel mediasi dalam hubungan antara inovasi berbasis teknologi dan kesiapan tenaga kerja masa depan, yang mengindikasikan bahwa pengaruh inovasi teknologi terhadap kesiapan kerja tidak hanya terjadi secara langsung melalui pengalaman penggunaan teknologi, tetapi juga melalui peningkatan kompetensi digital mahasiswa.

Temuan tersebut memperkuat pandangan bahwa integrasi teknologi dalam pendidikan vokasi memiliki peran penting dalam membentuk kompetensi mahasiswa yang sesuai dengan perkembangan dunia kerja. Pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran tidak hanya mendukung efektivitas penyampaian materi, tetapi juga dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif, kontekstual, praktis, dan berorientasi pada pemecahan masalah. Integrasi teknologi digital ke dalam kurikulum memungkinkan mahasiswa memperoleh pengalaman yang lebih dekat dengan kebutuhan lingkungan kerja, sehingga keterampilan yang dikembangkan selama proses pendidikan menjadi lebih relevan dengan tuntutan transformasi digital dan perkembangan *Industry 5.0*. Oleh karena itu, keberhasilan penerapan inovasi berbasis teknologi tidak hanya bergantung pada ketersediaan perangkat dan platform digital, tetapi juga pada kemampuan institusi dalam mengintegrasikan teknologi secara tepat ke dalam kegiatan pembelajaran. Institusi pendidikan vokasi perlu mengembangkan kurikulum yang adaptif terhadap perkembangan teknologi, meningkatkan kompetensi digital tenaga pendidik, menyediakan fasilitas dan infrastruktur pembelajaran yang memadai, serta memperkuat kolaborasi dengan dunia industri agar proses pembelajaran dapat memberikan pengalaman yang relevan dengan kebutuhan pasar kerja. Upaya tersebut penting untuk memastikan bahwa mahasiswa tidak hanya mampu menggunakan teknologi, tetapi juga memiliki kemampuan untuk beradaptasi, berkomunikasi, memecahkan masalah, dan bekerja secara efektif dalam lingkungan kerja yang terus mengalami perubahan. Dengan demikian, inovasi berbasis teknologi dapat menjadi salah satu strategi dalam meningkatkan kualitas pendidikan vokasi sekaligus mendukung pengembangan lulusan yang memiliki kompetensi digital dan kesiapan kerja yang lebih sesuai dengan tuntutan masa depan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Hubungan Antarvariabel

Hubungan Variabel	Arah garuh	Pen- garuh	Signifikansi	Keterangan
Technology-Driven Innovation (TDI) → Digital Skills (DS)	Positif		Signifikan	Diterima
Digital Skills (DS) → Future Workforce Readiness (FWR)	Positif		Signifikan	Diterima
Technology-Driven Innovation (TDI) → Digital Skills (DS) → Future Workforce Readiness (FWR)	Positif		Signifikan	Mediasi

Berdasarkan keseluruhan hasil penelitian Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa Inovasi Berbasis Teknologi

memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap Keterampilan Digital mahasiswa, sedangkan Keterampilan Digital berpengaruh positif dan signifikan terhadap Kesiapan Tenaga Kerja Masa Depan serta berperan sebagai variabel mediasi dalam hubungan antara kedua konstruk tersebut. Hasil ini menunjukkan bahwa pengembangan teknologi dalam pendidikan vokasi perlu diarahkan tidak hanya pada penyediaan teknologi, tetapi juga pada pemanfaatannya sebagai bagian integral dari proses pembelajaran yang mampu meningkatkan kompetensi mahasiswa. Pengembangan kurikulum yang adaptif, peningkatan kompetensi pendidik, penyediaan fasilitas pembelajaran digital, dan penguatan kerja sama dengan dunia industri menjadi aspek penting dalam membentuk lulusan yang memiliki keterampilan digital dan kesiapan kerja yang memadai. Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data yang diperoleh melalui kuesioner serta cakupan responden yang terbatas pada mahasiswa pendidikan vokasi, sehingga hasil penelitian perlu dipahami sesuai dengan karakteristik populasi yang diteliti. Penelitian selanjutnya dapat memperluas jumlah dan karakteristik responden dengan melibatkan mahasiswa dari berbagai institusi pendidikan vokasi dan wilayah yang lebih luas, serta mengombinasikan pendekatan kuantitatif dan kualitatif untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai proses pengembangan keterampilan digital dan kesiapan kerja. Selain itu, penelitian mendatang dapat mempertimbangkan variabel lain, seperti kesiapan teknologi institusi, kompetensi pendidik, dukungan industri, dan budaya pembelajaran digital untuk memperkaya model penelitian serta memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang mendukung kesiapan tenaga kerja masa depan dalam menghadapi perkembangan teknologi dan perubahan kebutuhan dunia kerja.

5. IMPLIKASI MANAJERIAL

Hasil penelitian ini memberikan implikasi penting bagi pengelola institusi pendidikan vokasi dalam merancang strategi pengembangan pembelajaran yang berorientasi pada transformasi digital. Pimpinan institusi perlu mendorong integrasi teknologi secara menyeluruh ke dalam kurikulum melalui pemanfaatan LMS, laboratorium virtual, perangkat lunak berbasis industri, serta media pembelajaran interaktif yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja. Selain itu, institusi perlu mengalokasikan investasi yang memadai untuk meningkatkan infrastruktur teknologi, seperti akses internet berkecepatan tinggi, perangkat keras dan perangkat lunak yang mutakhir, serta sistem pembelajaran digital yang mendukung proses belajar mengajar secara efektif. Pengembangan kompetensi tenaga pendidik juga menjadi prioritas melalui program pelatihan berkelanjutan mengenai pemanfaatan teknologi pembelajaran, kecerdasan buatan, analisis data, dan metode pembelajaran digital agar proses pembelajaran mampu menghasilkan lulusan yang memiliki keterampilan digital sesuai dengan tuntutan industri.

Dari perspektif pengambilan kebijakan, hasil penelitian ini menunjukkan pentingnya memperkuat kolaborasi antara institusi pendidikan vokasi, pemerintah, dan dunia industri dalam menyusun kurikulum yang adaptif terhadap perkembangan teknologi. Kemitraan tersebut dapat diwujudkan melalui penyalarsan kompetensi lulusan dengan kebutuhan industri, penyelenggaraan program magang berbasis teknologi, sertifikasi kompetensi digital, serta keterlibatan praktisi industri dalam proses pembelajaran. Selain itu, institusi perlu membangun sistem evaluasi yang berkelanjutan untuk mengukur tingkat penguasaan keterampilan digital mahasiswa dan efektivitas implementasi inovasi berbasis teknologi. Dengan langkah tersebut, institusi pendidikan vokasi tidak hanya mampu meningkatkan kualitas lulusan dan daya saing di pasar kerja, tetapi juga menghasilkan sumber daya manusia yang adaptif, inovatif, dan siap menghadapi tantangan transformasi digital pada era Industry 5.0.

6. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh inovasi berbasis teknologi terhadap peningkatan keterampilan digital serta dampaknya terhadap kesiapan tenaga kerja masa depan dalam pendidikan vokasi. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode PLS-SEM, dapat disimpulkan bahwa inovasi teknologi memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap keterampilan digital mahasiswa. Penerapan berbagai teknologi pembelajaran, seperti LMS, laboratorium virtual, dan media pembelajaran digital, terbukti mampu meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam memanfaatkan teknologi, mengelola informasi digital, berkomunikasi secara daring, serta menyelesaikan permasalahan berbasis teknologi. Selain itu, keterampilan digital juga berpengaruh positif terhadap kesiapan mahasiswa dalam menghadapi tuntutan dunia kerja yang semakin terdigitalisasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penguatan keterampilan digital merupakan faktor penting dalam membentuk lulusan pendidikan vokasi yang kompetitif, adaptif, dan siap menghadapi perubahan teknologi di era Industry

5.0.

Penelitian ini juga menjawab tujuan penelitian dengan membuktikan bahwa keterampilan digital sebagai variabel mediasi yang memperkuat hubungan antara inovasi berbasis teknologi dan kesiapan tenaga kerja masa depan. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa keberhasilan transformasi pembelajaran berbasis teknologi tidak hanya bergantung pada ketersediaan teknologi, tetapi juga pada kemampuan institusi dalam mengintegrasikan teknologi tersebut ke dalam proses pembelajaran secara efektif. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah responden yang terbatas pada mahasiswa pendidikan vokasi serta penggunaan pendekatan kuantitatif berbasis kuesioner menyebabkan hasil penelitian belum sepenuhnya menggambarkan kondisi seluruh institusi pendidikan vokasi. Selain itu, penelitian ini hanya memfokuskan pada tiga variabel utama sehingga belum mengakomodasi faktor lain yang berpotensi memengaruhi keterampilan digital maupun kesiapan kerja, seperti kompetensi pendidik, dukungan organisasi, kesiapan infrastruktur digital, dan kemitraan dengan dunia industri.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan jumlah responden yang lebih besar dengan cakupan institusi pendidikan vokasi yang lebih beragam agar hasil penelitian memiliki tingkat generalisasi yang lebih tinggi. Penelitian mendatang juga dapat menggunakan pendekatan mixed methods dengan mengombinasikan survei kuantitatif dan wawancara mendalam sehingga mampu memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai implementasi inovasi berbasis teknologi dalam pendidikan vokasi. Selain itu, pengembangan model penelitian melalui penambahan variabel seperti kesiapan teknologi institusi, kompetensi digital pendidik, budaya organisasi, dukungan industri, maupun kebijakan pendidikan diharapkan dapat menghasilkan model yang lebih komprehensif dan memberikan rekomendasi yang lebih kuat bagi pengembangan pendidikan vokasi yang adaptif terhadap transformasi digital serta kebutuhan tenaga kerja masa depan.

7. DEKLARASI

7.1. Tentang Penulis

Sondang Visiana Sihotang (SV)  <https://orcid.org/0009-0008-4042-5798>

Muhammad Rifat Shauqy (MR)  <https://orcid.org/0009-0001-4582-5693>

Algiyant Rezki Tri Utama (AR)  <https://orcid.org/0009-0005-5030-6635>

Sabil Maulana Fauzi (SM)  <https://orcid.org/0009-0003-1833-1027>

Nicholas Lachlan (NL)  <https://orcid.org/0009-0005-3357-3125>

7.2. Kontribusi Penulis

Konseptualisasi: MR; Metodologi: AR; Perangkat Lunak: SV; Validasi: NL dan SM; Analisis Formal: SV dan MR; Investigasi: SM; Sumber daya: NL; Kurasi Data: AR; Penulisan Draf Awal: SV dan MR; Peninjauan dan Penyuntingan Tulisan: NL dan SM; Visualisasi: AR; Semua penulis, SV, MR, AR, SM, dan NL, telah membaca dan menyetujui naskah yang telah diterbitkan.

7.3. Pernyataan Ketersediaan Data

Data penelitian ini dapat diperoleh dengan mengajukan permintaan kepada penulis yang bersangkutan.

7.4. Dana

Penelitian ini tidak menerima dukungan finansial untuk pelaksanaan penelitian, penulisan, maupun publikasi artikel.

7.5. Pernyataan Kepentingan Bersaing

Para penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan keuangan maupun hubungan pribadi yang dapat memengaruhi penelitian dan hasil yang dilaporkan dalam artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Perez, F. N. Khasanah, Y. Ismiyanti, H. Herman *et al.*, "Curriculum innovation and technology based learning for digital skills in vocational education," *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan Dan Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 94–104, 2025.

- [2] D. Sunaryo, E. P. Lestari, S. Puryandani, and H. Hersugondo, "Driving shareholder value through technopreneurship innovation," *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 7, no. 3, pp. 751–765, 2025.
- [3] D. A. Andriyani, H. J. Prayitno, M. Minsih, A. Jamali, V. S. Damayanti, T. Dipsatara, and F. G. Pradana, "Opportunities and challenges for the development of deep learning in vocational schools: drivers of learning innovation in the industrial era 4.0," *Journal of Deep Learning*, pp. 95–108, 2025.
- [4] V. I. Kovalchuk, S. V. Maslich, and L. H. Movchan, "Digitalization of vocational education under crisis conditions," *Educational Technology Quarterly*, vol. 2023, no. 1, pp. 1–17, 2023.
- [5] S. Rahmawati, A. G. Abdullah, I. Widiaty *et al.*, "Digital skills in technical and vocational education: A data-driven analysis of tvet competency trends," *Journal of Vocational Education Studies*, vol. 8, no. 2, pp. 525–546, 2025.
- [6] S. Mishra, S. Patra, D. R. Sahoo, and P. Panda, *Innovation Based Technical & Vocational Education & Training (TVET) Pedagogy: A forward looking guide to innovative, learner centred pedagogy transforming technical and vocational education for the 21st century— Dr. Swati Mishra, Srikanta Patra, Deepti Ranjan Sahoo, Pragyana Panda— AGPH Books*. AGPH Books, 2025.
- [7] H. Truba, I. Radziievska, M. Sherman, O. Demchenko, A. Kulichenko, and N. Havryliuk, "Introduction of innovative technologies in vocational education under the conditions of informatization of society:: Problems and prospects," *Conhecimento & Diversidade*, vol. 15, no. 38, pp. 443–460, 2023.
- [8] G. Romanova, L. Petrenko, L. Romanov, V. Kupriyevych, and L. Antoniuk, "Digital technologies as a driver of professional development of teachers of vocational education establishments." *Youth Voice Journal*, p. 67, 2022.
- [9] V. G. Goulart, L. B. Liboni, and L. O. Cezarino, "Balancing skills in the digital transformation era: The future of jobs and the role of higher education," *Industry and Higher Education*, vol. 36, no. 2, pp. 118–127, 2022.
- [10] P. S. Aithal and A. K. Maiya, "Innovations in higher education industry—shaping the future," *International Journal of Case Studies in Business, IT, and Education (IJCSBE)*, vol. 7, no. 4, pp. 283–311, 2023.
- [11] E. Shakina, P. Parshakov, and A. Alsufiev, "Rethinking the corporate digital divide: The complementarity of technologies and the demand for digital skills," *Technological forecasting and social change*, vol. 162, p. 120405, 2021.
- [12] M. Gisbert Cervera and F. Caena, "Teachers' digital competence for global teacher education," pp. 451–455, 2022.
- [13] A. ElSayary, "The impact of a professional upskilling training programme on developing teachers' digital competence," *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 39, no. 4, pp. 1154–1166, 2023.
- [14] J. Tondeur, S. Howard, M. Van Zanten, P. Gorissen, I. Van der Neut, D. Uerz, and M. Kral, "The hedi-com framework: Higher education teachers' digital competencies for the future," *Educational technology research and development*, vol. 71, no. 1, pp. 33–53, 2023.
- [15] S. T. Ahmad, R. Watrionthos, A. D. Samala, M. Muskhair, and G. Dogara, "Project-based learning in vocational education: A bibliometric approach," *International Journal of Modern Education and Computer Science*, vol. 15, no. 4, p. 43, 2023.
- [16] I. O. Biletska, A. F. Paladieva, H. D. Avchinnikova, and Y. Y. Kazak, "The use of modern technologies by foreign language teachers: developing digital skills," *Linguistics and Culture Review*, vol. 5, no. S2, pp. 16–27, 2021.
- [17] A. Inamorato dos Santos, E. Chinkes, M. A. Carvalho, C. M. Solórzano, and L. S. Marroni, "The digital competence of academics in higher education: is the glass half empty or half full?" *International journal of educational technology in higher education*, vol. 20, no. 1, p. 9, 2023.
- [18] Y. Zhao, M. C. Sánchez Gómez, A. M. Pinto Llorente, and L. Zhao, "Digital competence in higher education: Students' perception and personal factors," *Sustainability*, vol. 13, no. 21, p. 12184, 2021.
- [19] Y. E. Rachmad, *Digital Collaboration Theory*. Lyon Soie Éditions Internationales, 2022.
- [20] S. Zakir, M. E. Hoque, P. Susanto, V. Nisaa, M. K. Alam, H. Khatimah, and E. Mulyani, "Digital literacy and academic performance: the mediating roles of digital informal learning, self-efficacy, and students' digital competence," in *Frontiers in education*, vol. 10. Frontiers Media SA, 2025, p. 1590274.
- [21] J. M. Fernández-Batanero, M. Montenegro-Rueda, J. Fernández-Cerero, and I. García-Martínez, "Digital competences for teacher professional development. systematic review," *European journal of teacher education*, vol. 45, no. 4, pp. 513–531, 2022.

- [22] S. Carlisle, S. Ivanov, and C. Dijkmans, "The digital skills divide: evidence from the european tourism industry," *Journal of tourism futures*, vol. 9, no. 2, pp. 240–266, 2023.
- [23] L. I. González-Pérez and M. S. Ramírez-Montoya, "Components of education 4.0 in 21st century skills frameworks: systematic review," *Sustainability*, vol. 14, no. 3, p. 1493, 2022.
- [24] Z. Wang and Z. Chu, "Examination of higher education teachers' self-perception of digital competence, self-efficacy, and facilitating conditions: An empirical study in the context of china," *Sustainability*, vol. 15, no. 14, p. 10945, 2023.
- [25] G. I. Sari, S. Winasis, I. Pratiwi, U. W. Nuryanto *et al.*, "Strengthening digital literacy in indonesia: Collaboration, innovation, and sustainability education," *Social Sciences & Humanities Open*, vol. 10, p. 101100, 2024.
- [26] P. Korzynski, G. Mazurek, P. Krzyrkowska, and A. Kurasinski, "Artificial intelligence prompt engineering as a new digital competence: Analysis of generative ai technologies such as chatgpt," *Entrepreneurial Business and Economics Review*, vol. 11, no. 3, pp. 25–37, 2023.
- [27] M. Lindfors, F. Pettersson, and A. D. Olofsson, "Conditions for professional digital competence: The teacher educators' view," *Education Inquiry*, vol. 12, no. 4, pp. 390–409, 2021.
- [28] L. A. T. Nguyen and A. Habók, "Tools for assessing teacher digital literacy: a review," *Journal of Computers in Education*, vol. 11, no. 1, pp. 305–346, 2024.
- [29] R. Bucea-Manea-Toniş, V. Kuleto, S. C. D. Gudei, C. Lianu, C. Lianu, M. P. Ilić, and D. Păun, "Artificial intelligence potential in higher education institutions enhanced learning environment in romania and serbia," *Sustainability*, vol. 14, no. 10, p. 5842, 2022.
- [30] A. Deroncele-Acosta, M. L. Palacios-Núñez, and A. Toribio-López, "Digital transformation and technological innovation on higher education post-covid-19," *Sustainability*, vol. 15, no. 3, p. 2466, 2023.
- [31] C. Wang, X. Chen, T. Yu, Y. Liu, and Y. Jing, "Education reform and change driven by digital technology: A bibliometric study from a global perspective," *Humanities and Social Sciences Communications*, vol. 11, no. 1, p. 256, 2024.
- [32] M. Poláková, J. H. Suleimanová, P. Madzík, L. Copuš, I. Molnárová, and J. Polednová, "Soft skills and their importance in the labour market under the conditions of industry 5.0," *Heliyon*, vol. 9, no. 8, 2023.
- [33] E. Heidari, M. Mehrvarz, R. Marzooghi, and S. Stoyanov, "The role of digital informal learning in the relationship between students' digital competence and academic engagement during the covid-19 pandemic," *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 37, no. 4, pp. 1154–1166, 2021.
- [34] S. Heine, M. Krepf, and J. Koenig, "Digital resources as an aspect of teacher professional digital competence: One term, different definitions—a systematic review," *Education and Information Technologies*, vol. 28, no. 4, pp. 3711–3738, 2023.
- [35] M. Astuti, Z. Arifin, F. Mutohhari, and M. Nurtanto, "Competency of digital technology: the maturity levels of teachers and students in vocational education in indonesia," *Journal of Education Technology*, vol. 5, no. 2, pp. 254–262, 2021.
- [36] J. M. García-Vandewalle García, M. García-Carmona, J. M. Trujillo Torres, and P. Moya Fernández, "Analysis of digital competence of educators (digcompedu) in teacher trainees: The context of melilla, spain," *Technology, Knowledge and Learning*, vol. 28, no. 2, pp. 585–612, 2023.
- [37] O. Erstad, S. Kjällander, and S. Järvelä, "Facing the challenges of 'digital competence' a nordic agenda for curriculum development for the 21st century," *Nordic Journal of Digital Literacy*, vol. 16, no. 2, pp. 77–87, 2021.
- [38] K. Gilli, N. Lettner, and W. Guettel, "The future of leadership: new digital skills or old analog virtues?" *Journal of Business Strategy*, vol. 45, no. 1, pp. 10–16, 2024.
- [39] K. K. d. S. Oliveira and R. A. De Souza, "Digital transformation towards education 4.0," *Informatics in Education*, vol. 21, no. 2, pp. 283–309, 2022.
- [40] M. U. Rodríguez, J. L. L. Cantabrana, and M. G. Cervera, "Validation of a tool for self-evaluating teacher digital competence," *Educacion Xx1*, vol. 24, no. 1, pp. 353–373, 2021.
- [41] S. Shahidi Hamedani, S. Aslam, B. A. Mundher Oraibi, Y. B. Wah, and S. Shahidi Hamedani, "Transitioning towards tomorrow's workforce: Education 5.0 in the landscape of society 5.0: A systematic literature review," *Education Sciences*, vol. 14, no. 10, p. 1041, 2024.
- [42] M. Akour and M. Alenezi, "Higher education future in the era of digital transformation," *Education Sciences*, vol. 12, no. 11, p. 784, 2022.
- [43] V. Basilotta-Gómez-Pablos, M. Matarranz, L.-A. Casado-Aranda, and A. Otto, "Teachers' digital compe-

- tencies in higher education: a systematic literature review,” *International journal of educational technology in higher education*, vol. 19, no. 1, p. 8, 2022.
- [44] R. Anindita, V. H. Prastowo, and J. Parker, “Reinforcing the role of cyber village in improving indonesia msms through an exploratory study,” *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, vol. 7, no. 3, pp. 726–737, 2025.
- [45] U. Rahardja, R. U. Wijayanti, Y. Christy, and G. Fransiso, “A qualitative case study on fintech-driven modernization of capital market infrastructure,” *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*, vol. 7, no. 2, pp. 198–207, 2026.
- [46] L. Ghosh and R. Ravichandran, “Emerging technologies in vocational education and training,” *Journal of Digital Learning and Education*, vol. 4, no. 1, pp. 41–49, 2024.
- [47] U. Rahardja, A. Sutarman, M. Muhtarom, and B. Any, “Decentralized finance (defi) for enterprise treasury management,” *AI, Innovation, and Resilience for the Environment (AIR)*, vol. 1, no. 1, pp. 17–24, 2026.
- [48] S. Supriyanto, Q. Joshua, A. G. Abdullah, E. O. Tettehfiio, 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.
- [49] Z. Kedah, “Use of e-commerce in the world of business,” *Startuppreneur Business Digital (SABDA Journal)*, vol. 2, no. 1, pp. 51–60, 2023.
- [50] E. A. Abou Hashish and H. Alnajjar, “Digital proficiency: assessing knowledge, attitudes, and skills in digital transformation, health literacy, and artificial intelligence among university nursing students,” *BMC Medical Education*, vol. 24, no. 1, p. 508, 2024.
- [51] M. Saitakela, D. A. Prabowo, L. Maria *et al.*, “Integrating emerging technologies to strengthen montessori preschool learning,” *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan Dan Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 2, pp. 202–212, 2026.
- [52] J. Valverde-Berrocso, M. R. Fernández-Sánchez, F. I. Revuelta Dominguez, and M. J. Sosa-Díaz, “The educational integration of digital technologies precovid-19: Lessons for teacher education,” *PloS one*, vol. 16, no. 8, p. e0256283, 2021.
- [53] W. K. Zimmer and S. D. Matthews, “A virtual coaching model of professional development to increase teachers’ digital learning competencies,” *Teaching and Teacher Education*, vol. 109, p. 103544, 2022.
- [54] D. Abbas, A. Simanjuntak, and T. S. Goh, “Integrating broadcasting data mining and visualization for effective big data decision support,” *Bridging of Emerging AI and Media Broadcasting (BEAM)*, vol. 1, no. 2 May, pp. 99–110, 2026.
- [55] J. Cabero-Almenara, F. D. Guillén-Gámez, J. Ruiz-Palmero, and A. Palacios-Rodríguez, “Digital competence of higher education professor according to digcompedu. statistical research methods with anova between fields of knowledge in different age ranges,” *Education and Information Technologies*, vol. 26, no. 4, pp. 4691–4708, 2021.
- [56] D. Apriani, G. P. Cesna, M. Muhtarom, L. Sulivyo, and Y. M. Kareem, “Artificial intelligence driven broadcasting with virtual news anchors and automated script generation,” *Bridging of Emerging AI and Media Broadcasting (BEAM)*, vol. 1, no. 1 November, pp. 15–24, 2025.
- [57] P. Chaipidech, N. Srisawasdi, T. Kajornmanee, and K. Chaipah, “A personalized learning system-supported professional training model for teachers’ tpack development,” *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 3, p. 100064, 2022.