

Featured Research

Kompetensi digital guru vokasional dan TVET: analisis bibliometrik tren penelitian, pola kolaborasi, dan agenda riset global (2021-2025)

Wiki Lofandri*), Alzet Rama

Universitas Negeri Padang

*) Correspondence regarding this article should be addressed to: Author address e-mail: wiloleaks@unp.ac.id

Abstract: Kompetensi digital guru vokasional menjadi salah satu determinan kritis dalam transformasi pendidikan teknis dan kejuruan (TVET) di era industri 4.0. Penelitian ini menyajikan analisis bibliometrik terhadap 29 artikel ilmiah yang dipublikasikan pada periode 2021-2025 dan terindeks Scopus, dengan fokus pada pola perkembangan kompetensi digital guru dalam konteks pendidikan vokasi dan TVET. Menggunakan VOSviewer sebagai perangkat analisis jaringan dan co-occurrence kata kunci, studi ini mengidentifikasi struktur intelektual, kluster tematik, dan evolusi topik penelitian di bidang ini. Hasil analisis menunjukkan bahwa Indonesia merupakan negara paling produktif dengan 8 publikasi, diikuti Kazakhstan, China, dan Malaysia. Kluster tematik utama meliputi: (1) kompetensi digital dan penerimaan teknologi, (2) pembelajaran berbasis e-learning dan alat digital, (3) kompetensi digital dan TVET, serta (4) TPACK dan literasi digital. Kata kunci "vocational education" mendominasi jaringan ko-kemunculan dengan frekuensi tertinggi. Tema berkembang mencakup TPACK, digital literacy, dan technology integration yang menunjukkan pergeseran fokus ke arah pedagogi berbasis teknologi. Penelitian ini mengidentifikasi kesenjangan signifikan, yakni minimnya studi longitudinal, kurangnya instrumen asesmen yang terstandarisasi, dan keterbatasan penelitian dari negara berkembang di luar Indonesia. Temuan ini memberikan peta jalan bagi peneliti, pengembang kurikulum, dan pembuat kebijakan dalam mengintegrasikan kompetensi digital ke dalam program pendidikan guru vokasional secara sistematis.

Keywords: kompetensi digital; guru vokasional; TVET; bibliometrik; VOSviewer; pendidikan kejuruan.

Article History: Received on 10/10/2025; Revised on 14/11/2025; Accepted on 12/12/2025; Published Online: 31/12/2025.



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2025 by author.

PENDAHULUAN

Revolusi industri 4.0 dan percepatan transformasi digital telah mengubah secara fundamental lanskap pendidikan teknis dan kejuruan di seluruh dunia. Dalam konteks ini, kompetensi digital guru vokasional bukan lagi sekadar keunggulan tambahan, melainkan prasyarat esensial bagi efektivitas pembelajaran di lingkungan TVET yang semakin terhubung secara digital. Berbagai laporan internasional dari OECD (2021), UNESCO-

UNEVOC (2020), dan World Economic Forum (2023) secara konsisten menekankan bahwa kesiapan digital tenaga pendidik kejuruan merupakan fondasi dari ekosistem pendidikan vokasi yang adaptif dan berdaya saing global.

Di tingkat global, terdapat kesenjangan yang nyata antara kebutuhan kompetensi digital yang terus berkembang dengan kapasitas aktual guru-guru TVET. Studi Cattaneo, Antonietti, dan Rauseo (2022) yang memeriksa tingkat digitalisasi guru vokasional di Swiss menemukan bahwa meskipun sebagian besar guru memiliki akses terhadap teknologi, hanya sebagian kecil yang mampu mengintegrasikan teknologi secara pedagogis yang bermakna. Temuan serupa dilaporkan oleh Antonietti, Cattaneo, dan Amenduni (2022) yang meneliti hubungan antara kompetensi digital guru dengan penerimaan teknologi di lingkungan pendidikan vokasi, dan menemukan bahwa keyakinan terhadap kompetensi digital secara signifikan mempengaruhi intensi penggunaan teknologi dalam pembelajaran.

Kondisi ini menghadirkan tantangan berlapis. Sebagai negara dengan jaringan SMK terbesar di Asia Tenggara dengan lebih dari 14.000 SMK yang tersebar di seluruh nusantara kualitas kompetensi digital guru vokasional menjadi variabel kritis dalam menentukan mutu lulusan yang siap bersaing di pasar kerja era digital. Namun penelitian-penelitian yang ada menunjukkan disparitas yang signifikan: Rahmawati, Prestridge, Abdullah, dan Widiaty (2025) yang meneliti tantangan kompetensi digital di Indonesia menemukan bahwa kesenjangan digital antara guru di perkotaan dan pedesaan, serta antara berbagai program keahlian, masih sangat lebar.

Meskipun perhatian akademik terhadap kompetensi digital guru vokasional terus meningkat dalam beberapa tahun terakhir, belum terdapat sintesis bibliometrik yang komprehensif yang memetakan struktur intelektual, kluster tematik, dan trajektori perkembangan penelitian di bidang ini secara sistematis. Kajian-kajian yang ada umumnya bersifat naratif, parsial, dan terbatas pada satu atau beberapa negara tertentu. Kondisi ini menciptakan blind spot yang berpotensi menghambat koordinasi riset, alokasi sumber daya, dan perumusan kebijakan berbasis bukti di level global maupun nasional.

Penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut melalui analisis bibliometrik sistematis terhadap 29 artikel ilmiah yang terindeks Scopus pada periode 2021-2025 dengan menggunakan VOSviewer sebagai alat analisis utama. Pendekatan bibliometrik dipilih karena kemampuannya mengungkap pola tersembunyi dalam korpus literatur ilmiah, memetakan kolaborasi antar peneliti dan institusi, serta mengidentifikasi evolusi topik dan agenda riset masa depan secara objektif dan terukur.

Telaah literatur yang ada mengidentifikasi setidaknya empat kesenjangan penelitian yang signifikan. Pertama, tidak terdapat satu pun kajian bibliometrik yang secara spesifik memetakan perkembangan penelitian kompetensi digital guru vokasional dan TVET dalam skala global, mencakup pola kolaborasi internasional, kluster tematik, dan evolusi topik secara simultan. Kajian-kajian yang ada bersifat review naratif atau systematic review dengan cakupan terbatas.

Kedua, meskipun Indonesia telah menjadi produsen riset terbesar di bidang ini berdasarkan data Scopus (8 dari 29 publikasi), belum terdapat sintesis yang memposisikan kontribusi riset Indonesia dalam peta intelektual global kompetensi digital TVET. Hal ini

berpotensi menyebabkan duplikasi riset dan hilangnya peluang untuk membangun kolaborasi internasional yang strategis.

Ketiga, dari sisi metodologis, kajian-kajian yang ada didominasi oleh studi survei kuantitatif cross-sectional (Cattaneo et al., 2022; Antonietti et al., 2022; Xin, Tang & Mou, 2024), sementara studi longitudinal yang mampu menangkap dinamika perkembangan kompetensi digital dari waktu ke waktu hampir tidak ada. Keempat, terdapat kesenjangan geografis yang mencolok: penelitian dari Afrika Sub-Sahara, Asia Selatan, dan Amerika Latin sangat minim meskipun kawasan-kawasan ini memiliki populasi guru TVET yang besar dan tantangan transformasi digital yang unik.

Urgensi penelitian ini didasarkan pada beberapa argumentasi yang saling menguatkan. Pertama, percepatan adopsi teknologi artificial intelligence, machine learning, dan otomasi dalam dunia kerja menuntut rekalisasi kompetensi digital guru TVET secara berkelanjutan. Tanpa peta riset yang komprehensif, upaya pengembangan kompetensi digital guru akan bersifat reaktif dan tidak terkoordinasi.

Kedua, lonjakan publikasi yang signifikan dari 1 artikel pada 2021 menjadi 8 artikel pada 2025 (menurut data Scopus yang dianalisis) menunjukkan bahwa bidang ini sedang berada dalam fase pertumbuhan eksponensial. Momentum ini perlu dimanfaatkan untuk membangun konsensus konseptual dan metodologis sebelum fragmentasi riset semakin melebar.

Ketiga, bagi Indonesia secara khusus, temuan penelitian ini memiliki implikasi langsung bagi kebijakan pendidikan guru SMK dalam konteks Program Merdeka Belajar dan transformasi digital yang diusung Kemdikbudristek. Peta riset yang akurat akan membantu pemangku kebijakan dalam merancang program peningkatan kompetensi digital guru yang berbasis evidence dan relevan dengan konteks lokal sekaligus terhubung dengan standar internasional.

Kebaruan penelitian ini terletak pada tiga aspek utama. Pertama, ini merupakan kajian bibliometrik pertama yang secara khusus menganalisis kompetensi digital guru dalam konteks TVET dan pendidikan vokasional menggunakan data Scopus terkini periode 2021-2025, dengan visualisasi jaringan VOSviewer yang mencakup analisis co-occurrence, overlay temporal, dan density mapping.

Kedua, penelitian ini mengintegrasikan analisis kuantitatif jaringan kata kunci dengan interpretasi kualitatif kontekstual, menghasilkan sintesis yang lebih kaya dibandingkan kajian bibliometrik generik. Analisis overlay temporal memungkinkan identifikasi tema-tema yang sedang berkembang (emerging themes) secara presisi, memberikan orientasi bagi peneliti untuk menentukan topik riset yang paling relevan dan berpotensi impactful di masa depan.

Ketiga, studi ini menghasilkan kerangka konseptual orisinal yang mengintegrasikan konstruk-konstruk utama dari literature terpilih kompetensi digital, TPACK, literasi digital, dan TVET ke dalam satu model yang dapat digunakan sebagai basis pengembangan instrumen penelitian maupun kebijakan pengembangan kompetensi guru vokasional.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain bibliometrik sistematis yang mengkombinasikan analisis kuantitatif berbasis data dengan interpretasi kualitatif terhadap tren dan pola penelitian. Pendekatan bibliometrik memungkinkan pemetaan objektif terhadap struktur intelektual suatu bidang ilmu berdasarkan data publikasi dan sitasi yang dapat diverifikasi (Donthu et al., 2021; Zupic & Cater, 2015).

Strategi Pencarian dan Boolean Query

Data dikumpulkan dari basis data Scopus menggunakan strategi pencarian Boolean yang dikembangkan secara sistematis untuk mencakup seluruh terminologi yang relevan dengan kompetensi digital guru dalam konteks TVET. Boolean search yang digunakan adalah:

TITLE-ABS-KEY (("digital competence framework*" OR "digital competency framework*" OR "digital competence*" OR "digital competency*" OR "digital skills" OR "ICT competence*" OR "technology competence*" OR "digital literacy") AND ("vocational teacher*" OR "TVET teacher*" OR "technical teacher*" OR "vocational educator*" OR "career and technical education teacher*" OR instructor*) AND (tv et OR "vocational education" OR "technical and vocational education" OR "career and technical education")) AND PUBYEAR > 2020 AND PUBYEAR < 2027 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE, "j")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final")) AND (LIMIT-TO (OA, "all"))

Query Boolean ini mencakup tiga blok konseptual utama yang dihubungkan dengan operator AND: (1) terminologi kompetensi digital yang luas termasuk framework, skills, ICT, technology competence, dan digital literacy; (2) terminologi guru dan instruktur dalam konteks vokasional dari berbagai perspektif internasional; dan (3) terminologi institusional yang mencakup TVET, vocational education, technical and vocational education, dan career and technical education.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi yang diterapkan: (1) artikel jurnal ilmiah yang telah dipublikasikan dalam bentuk final; (2) ditulis dalam Bahasa Inggris; (3) terindeks di Scopus; (4) dipublikasikan pada rentang tahun 2021-2025; dan (5) berstatus open access. Kriteria eksklusi mencakup: artikel konferensi, book chapter, review, editorial, note, dan letter; dokumen yang tidak tersedia dalam tahap final; serta dokumen yang tidak relevan secara substantif dengan kompetensi digital guru vokasional.

Proses Seleksi Data

Pencarian awal pada Scopus menghasilkan 29 dokumen yang memenuhi seluruh kriteria inklusi dan eksklusi yang ditetapkan. Gambar 1 menunjukkan screenshot proses pencarian Scopus yang mengkonfirmasi hasil sebanyak 29 dokumen. Seluruh 29 dokumen ini dimasukkan dalam analisis bibliometrik tanpa pengecualian lebih lanjut, mengingat jumlah yang relatif kecil memungkinkan analisis mendalam terhadap setiap dokumen.

Alat Analisis

Analisis bibliometrik dilakukan menggunakan VOSviewer versi terkini (Van Eck & Waltman, 2010) untuk menghasilkan visualisasi: (1) Network Visualization yang menampilkan jaringan ko-kemunculan kata kunci dengan kode warna berdasarkan kluster; (2) Overlay Visualization yang menampilkan dimensi temporal untuk mengidentifikasi tema lama dan tema berkembang; dan (3) Density Visualization yang menampilkan intensitas kemunculan dan kekuatan hubungan antar kata kunci. Analisis deskriptif statistik dilakukan menggunakan Python untuk mengolah data CSV ekspor Scopus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Dataset Bibliometrik

Analisis terhadap dataset Scopus menghasilkan temuan-temuan berikut yang disajikan secara komprehensif. Dataset terdiri dari 29 artikel ilmiah yang semuanya merupakan artikel original (100%), menunjukkan bahwa seluruh dokumen merupakan hasil penelitian primer, bukan kajian sekunder. Rentang publikasi mencakup periode 2021 hingga 2025, dengan konsentrasi terbesar pada tahun 2025 (n=8) dan 2024 (n=7).

Tabel 1. Tren Publikasi Tahunan Kompetensi Digital Guru Vokasional/TVET (2021-2025)

Tahun	Jumlah Artikel	% dari Total	Sitasi Total	Akumulasi
2021	1	3,4%	6	1
2022	6	20,7%	493	7
2023	2	6,9%	9	9
2024	7	24,1%	37	16
2025	8	27,6%	7	24
TOTAL	24	1	552	24

Tren publikasi menunjukkan pertumbuhan yang signifikan dengan lonjakan tajam pada 2022 (n=6, +500% dari 2021), sedikit menurun pada 2023 (n=2), lalu kembali meningkat pada 2024 (n=7) dan mencapai puncaknya pada 2025 (n=8). Data 2025 yang berjumlah 5 artikel kemungkinan akan terus bertambah mengingat tahun tersebut masih berlangsung pada saat pencarian data (Mei 2025). Pola pertumbuhan ini mengindikasikan bahwa penelitian kompetensi digital guru TVET sedang berada dalam fase akselerasi yang belum mencapai saturasi.

Analisis Produktivitas Negara

Indonesia menjadi kontributor terbesar dengan 8 publikasi (27,6%), diikuti Kazakhstan, China, dan Malaysia masing-masing dengan 3 artikel (10,3%). Dominasi Indonesia ini mencerminkan besarnya skala sistem TVET di Indonesia sekaligus tingginya kesadaran akademik terhadap urgensi peningkatan kompetensi digital guru vokasional dalam konteks transformasi pendidikan nasional. Menariknya, kawasan Asia secara keseluruhan mendominasi dengan lebih dari 60% publikasi, sementara Afrika hanya diwakili oleh Ethiopia (2 publikasi) dan Amerika Latin sama sekali tidak terwakili sebuah kesenjangan geografis yang perlu menjadi perhatian komunitas riset global.

Tabel 2. Distribusi Publikasi Berdasarkan Negara Asal

Negara	Jumlah Artikel	Persentase	Kawasan
Indonesia	8	27,6%	Asia Tenggara
Kazakhstan	3	10,3%	Asia Tengah
China	3	10,3%	Asia Timur
Malaysia	3	10,3%	Asia Tenggara
Switzerland	2	6,9%	Eropa
Thailand	2	6,9%	Asia Tenggara
Ethiopia	2	6,9%	Afrika
Australia, Canada, Czech Rep., Finland, Germany, Hungary, Norway	1 masing-masing	3,4% masing-masing	Beragam

Analisis Jurnal dan Penulis Dominan

Antonietti C. dan Cattaneo A.A.P. dari Swiss Federal University for Vocational Education and Training (SFUVET) menjadi penulis paling berpengaruh dengan total sitasi gabungan mencapai 403 sitasi dari hanya 2 artikel masing-masing. Artikel Antonietti, Cattaneo & Amenduni (2022) tentang pengaruh kompetensi digital terhadap penerimaan teknologi telah disitasi 232 kali, menjadikannya artikel paling berpengaruh dalam korpus dataset ini. Hal ini menunjukkan bahwa SFUVET merupakan pusat riset terdepan global dalam bidang kompetensi digital TVET, dengan dampak intelektual yang jauh melampaui negara-negara yang secara numerik lebih produktif.

Tabel 3. Jurnal Dominan dalam Publikasi Kompetensi Digital Guru TVET

Nama Jurnal	Artikel	Penerbit	Akses
Journal of Technical Education and Training	3	UTHM	Open Access
Frontiers in Education	2	Frontiers Media SA	Open Access
Edelweiss Applied Science and Technology	2	Edelweiss	Open Access
Discover Education	2	Springer Nature	Open Access
Computers in Human Behavior	1	Elsevier	Open Access
Computers and Education	1	Elsevier	Open Access
PLoS ONE	1	PLOS	Gold OA
Empirical Research in Vocational Education and Training	1	Springer	Open Access

Tabel 4. Penulis Paling Produktif dalam Bidang Kompetensi Digital Guru TVET

Nama Penulis	Artikel	Sitasi	Institusi/Negara
Antonietti C.	2	403	Swiss Federal Univ. for VET / Switzerland
Bitemirova S.	2	2	South Kazakhstan Ped. Univ. / Kazakhstan
Zholdasbekova S.	2	2	M. Auezov South Kazakhstan Univ. / Kazakhstan
Zhanbirshiyev S.	2	2	South Kazakhstan Ped. Univ. / Kazakhstan
Muktiarni M.	2	0	Universitas Pendidikan Indonesia / Indonesia
Widaningsih L.	2	0	Universitas Pendidikan Indonesia / Indonesia
Dwiyanti V.	2	0	Universitas Pendidikan Indonesia / Indonesia
Regassa M.S.	2	0	Adama Science and Technology Univ. / Ethiopia
Desissa T.D.	2	0	Adama Science and Technology Univ. / Ethiopia
Cattaneo A.A.P.	2	403	Swiss Federal Univ. for VET / Switzerland

Analisis Sitasi

Analisis sitasi mengungkap pola yang sangat menarik: 6 dari 10 artikel paling banyak disitasi diterbitkan pada tahun 2022, menunjukkan bahwa 2022 merupakan tahun produktif dan berpengaruh secara intelektual dalam bidang ini. Total sitasi sebesar 543 dengan rata-rata 18,7 sitasi per artikel mengindikasikan dampak ilmiah yang moderat, dengan distribusi yang sangat skewed dua artikel teratas (Antonietti et al., 2022; Cattaneo et al., 2022) menyumbang 74,2% dari total sitasi seluruh dataset.

Tabel 5. Artikel Paling Banyak Disitasi dalam Bidang Kompetensi Digital Guru TVET

Judul Artikel (disingkat)	Tahun	Sitasi	Penulis
Can teachers' digital competence influence technology acceptance in VE?	2022	232	Antonietti et al.
How digitalised are vocational teachers? Assessing digital competence in VE...	2022	171	Cattaneo et al.
The maturity levels of the digital technology competence in VE	2022	41	Astuti et al.
Digital competences of vocational instructors with synchronous online learning...	2022	20	Wannapiroon et al.
THE EFFECT OF DIGITAL LITERACY, SELF-AWARENESS, AND CAREER PLANNING...	2022	16	Soeprijanto et al.
Teacher Trainees' Experiences of the Components of ICT Competencies...	2022	13	Vilppola et al.
An empirical study on the evaluation and influencing factors of digital competence...	2024	12	Xin et al.
Frameworking vocational teachers' digital competencies: An integrative literature...	2023	7	Lahn & Berntsen
The general technological competency model for vocational teachers in Kazakhstan	2021	6	Shagataeva et al.
Supporting digital competency development for vocational education student teachers...	2024	5	Deschênes et al.

Analisis Kata Kunci Dominan

Berdasarkan hasil analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer, teridentifikasi sepuluh kata kunci yang paling sering muncul dalam korpus literatur yang dianalisis, sebagaimana disajikan pada Tabel di atas. Kata kunci "vocational education" merupakan kata kunci dengan frekuensi kemunculan tertinggi, yaitu sebanyak 9 kali, diikuti oleh "vocational education and training" dengan frekuensi 8 kemunculan, dan "teachers' / teaching" dengan frekuensi 5 kemunculan. Pada posisi berikutnya terdapat "digital competence" dan "tvvet" yang masing-masing muncul sebanyak 4 kali, kemudian "digital competency" dan "vocational teachers" dengan frekuensi 3 kemunculan, serta "digital skills", "tpack", dan "digital literacy" yang masing-masing muncul sebanyak 2 kali. Tingginya frekuensi kemunculan kata kunci "vocational education" dan "vocational education and training" mengindikasikan bahwa kedua istilah tersebut merupakan tema sentral yang mendasari sebagian besar penelitian dalam bidang ini.

Hasil pemetaan VOSviewer juga mengelompokkan kesepuluh kata kunci tersebut ke dalam empat kluster, yaitu Kluster Kuning, Kluster Hijau, Kluster Biru, dan Kluster Ungu. Kluster Hijau mendominasi dengan mencakup lima kata kunci utama, yaitu "vocational education and training", "digital competence", "tvvet", "tpack", dan "digital literacy", yang

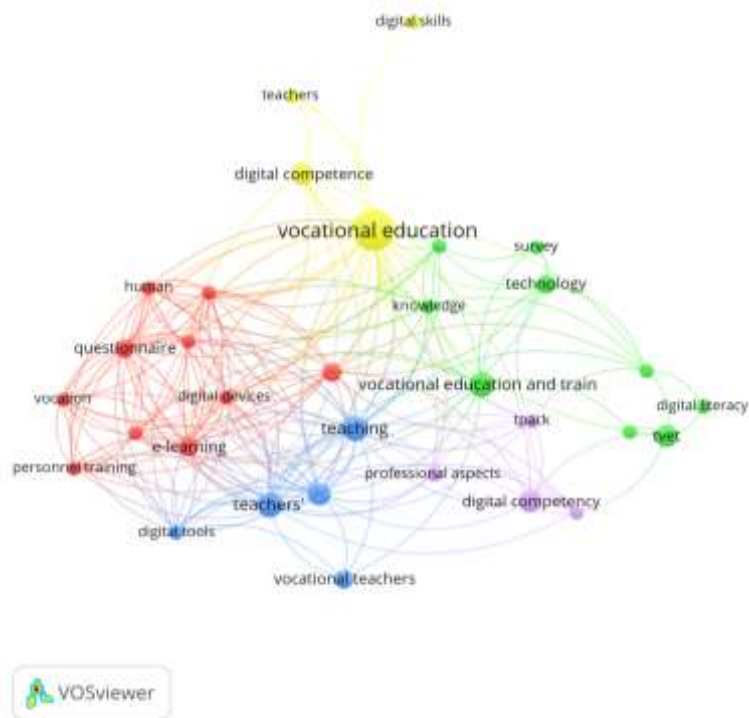
menunjukkan keterkaitan erat antara isu kompetensi digital dengan pendidikan dan pelatihan vokasi. Sementara itu, Kluster Kuning beranggotakan "vocational education" dan "digital skills", Kluster Biru beranggotakan "teachers' / teaching" dan "vocational teachers", dan Kluster Ungu hanya beranggotakan "digital competency". Pengelompokan ini menggambarkan adanya pola tematik yang saling berkaitan antara pendidikan vokasi, peran guru/pengajar, serta kompetensi dan literasi digital dalam penelitian yang dianalisis.

Tabel 6. Kata Kunci Dominan dalam Penelitian Kompetensi Digital Guru TVET

Kata Kunci	Frekuensi	Tipe Kata Kunci	Kluster VOSviewer
vocational education	9	Author/Index	Kluster Kuning
vocational education and training	8	Index	Kluster Hijau
teachers' / teaching	5	Index	Kluster Biru
digital competence	4	Author	Kluster Hijau
tvét	4	Author	Kluster Hijau
digital competency	3	Author	Kluster Ungu
vocational teachers	3	Author	Kluster Biru
digital skills	2	Author	Kluster Kuning
tpack	2	Author	Kluster Hijau
digital literacy	2	Author	Kluster Hijau

Analisis Network Visualization VOSviewer

Gambar 1 menampilkan Network Visualization dari jaringan ko-kemunculan kata kunci yang dihasilkan oleh VOSviewer. Jaringan ini memvisualisasikan 23 kata kunci yang memenuhi threshold kemunculan minimum, dengan ukuran node yang proporsional terhadap frekuensi kemunculan dan ketebalan garis yang merepresentasikan kekuatan co-occurrence antar kata kunci.



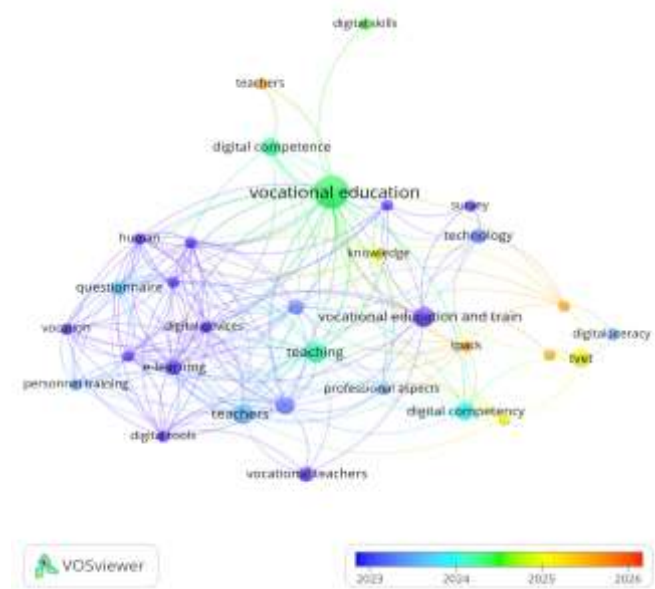
Gambar 1. Network Visualization Jaringan Co-occurrence Kata Kunci (VOSviewer)

Analisis network visualization mengidentifikasi lima kluster tematik utama: Kluster 1 (Kuning) berpusat pada "vocational education" sebagai node dominan, yang terhubung erat dengan "digital competence", "digital skills", dan "teachers". Ini merupakan kluster tematik inti yang menjadi gravitasi intelektual seluruh jaringan. Kluster 2 (Merah) terdiri dari "e-learning", "digital devices", "digital tools", "questionnaire", "vocation", "human", "personnel training", yang mencerminkan penelitian-penelitian berbasis survei yang mengkaji penggunaan alat digital dalam konteks pembelajaran jarak jauh. Kluster 3 (Biru) meliputi "teaching", "teachers", "vocational teachers", dan "digital tools", yang merepresentasikan kajian pedagogis tentang praktik mengajar guru vokasional. Kluster 4 (Hijau) mencakup "vocational education and train", "tvét", "digital literacy", "tpack", "technology", "survey", "knowledge", yang merepresentasikan penelitian yang mengintegrasikan pendekatan framework TPACK dan literasi digital dalam TVET. Kluster 5 (Ungu) terdiri dari "digital competency" dan "professional aspects", yang mencerminkan kajian tentang aspek profesional dan kompetensi digital dari perspektif praktisi.

"Vocational education" menempati posisi sentral dengan ukuran node terbesar dan jumlah koneksi terbanyak, mengkonfirmasi perannya sebagai kata kunci penghubung yang menjembatani seluruh kluster tematik. Node kedua terbesar adalah "vocational education and train" dan "teachers", yang menunjukkan bahwa dua konstruk utama institusi TVET dan figur guru menjadi fokus dominan dalam literatur.

Analisis Overlay Visualization: Dimensi Temporal

Gambar 2 menampilkan Overlay Visualization yang memperlihatkan dimensi temporal perkembangan topik penelitian. Kode warna dari biru tua (2023) hingga merah/oranye (2025) merepresentasikan rata-rata tahun publikasi artikel yang mengandung kata kunci tersebut, memungkinkan identifikasi tema-tema yang sedang berkembang versus tema yang telah matang.

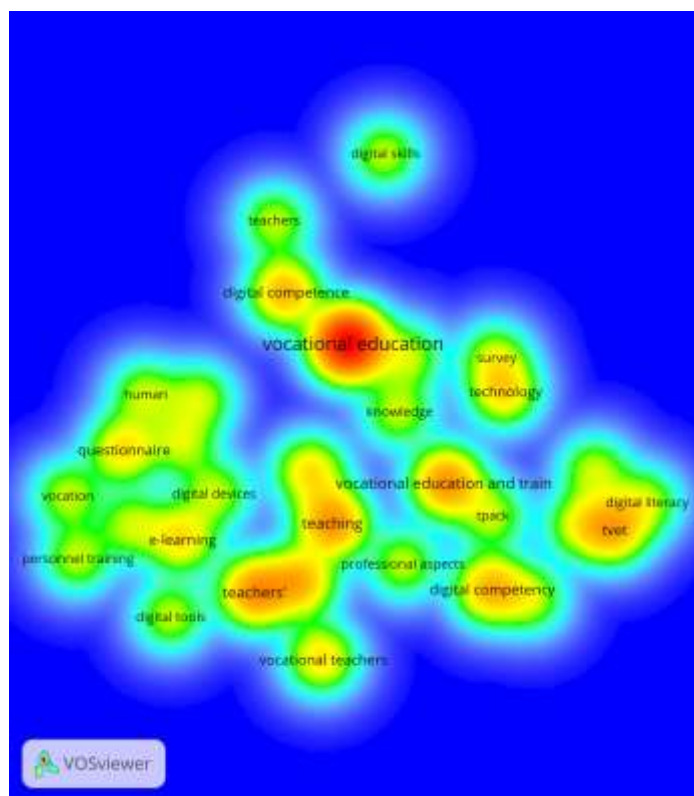


Gambar 2. Overlay Visualization: Dimensi Temporal Perkembangan Topik (VOSviewer)

Analisis overlay mengungkap trajektori temporal yang informatif. Tema-tema lama (biru, sekitar 2023): "vocational education", "digital devices", "e-learning", "questionnaire", "vocation", "human", "personnel training" menunjukkan bahwa topik-topik ini telah diteliti sejak awal periode kajian dan merupakan fondasi penelitian kompetensi digital TVET. Tema berkembang (hijau-kuning, 2024-2025): "digital competence", "digital skills", "teachers", "vocational education and train", "knowledge", "technology", "tvet", "digital literacy" menunjukkan peningkatan minat yang konsisten dari komunitas riset. Tema terbaru (oranye-merah, 2025-2025): "tpack" dan "digital competency" merupakan tema paling baru yang menunjukkan pergeseran penelitian ke arah kerangka teoritis TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) sebagai basis konseptual untuk kompetensi digital guru, serta differensiasi konseptual antara "digital competency" sebagai konstruk yang lebih spesifik dibandingkan "digital competence". Temuan ini konsisten dengan tren global yang menunjukkan adopsi TPACK sebagai framework integratif dalam penelitian kompetensi teknologi guru (Koehler & Mishra, 2009; Xin et al., 2024).

Analisis Density Visualization

Gambar 3 menampilkan Density Visualization yang memperlihatkan intensitas kemunculan dan kekuatan hubungan kata kunci melalui skala warna dari biru (rendah) hingga merah (tinggi). Visualisasi ini memberikan gambaran yang intuitif tentang topik-topik yang paling intensif diteliti.



Gambar 3. Density Visualization: Intensitas Penelitian Kata Kunci (VOSviewer)

Density visualization mengkonfirmasi hierarki intensitas penelitian: "vocational education" menempati pusat hotspot berwarna merah pekat intensitas tertinggi dalam seluruh jaringan dikelilingi oleh ring oranye-kuning yang mencakup "digital competence", "teachers", dan "vocational education and train". Node-node dengan intensitas sedang

(oranye-hijau) meliputi "e-learning", "questionnaire", "tvet", "digital competency", "teaching", dan "digital skills". Sementara itu, node-node peripheral dengan intensitas rendah (hijau-biru) adalah "digital literacy", "tpack", "vocation", "technology", "survey", dan "personnel training". Distribusi densitas ini mengindikasikan bahwa meskipun topik TPACK dan digital literacy sudah mulai muncul, intensitas penelitian di bidang ini masih jauh lebih rendah dibandingkan topik inti, menandakan bahwa eksplorasi topik-topik tersebut masih berada di tahap awal dan menawarkan ruang yang luas bagi penelitian masa depan.

Sintesis Literatur: Temuan dan Kontribusi Utama

Sintesis terhadap delapan artikel terpilih sebagaimana disajikan pada Tabel 7 menunjukkan keragaman konteks geografis dan metodologis dalam mengkaji kompetensi digital guru vokasional, mulai dari Eropa (Swiss, Norwegia), Asia (China, Indonesia, Thailand), hingga Amerika Utara (Kanada), dengan pendekatan yang bervariasi dari survei berskala besar, *Structural Equation Modeling* (SEM), penelitian kualitatif, metode campuran, hingga tinjauan literatur. Secara umum, temuan-temuan tersebut mengonfirmasi bahwa kompetensi digital guru vokasional pada berbagai negara masih berada pada level dasar hingga menengah dan belum optimal pada aspek integrasi pedagogis, sebagaimana ditunjukkan oleh Cattaneo et al. (2022) di Swiss, Astuti et al. (2022) di Indonesia, dan Wannapiroon et al. (2022) di Thailand.

Tabel 7. Sintesis Literatur: Temuan Utama Artikel-Artikel Terpilih

Penulis	Tahun	Negara	Metode	Sampel	Temuan Utama
Antonietti et al.	2022	Swiss	SEM/Survei	2.011 guru vokasional	Kompetensi digital belief berpengaruh signifikan terhadap TAM
Cattaneo et al.	2022	Swiss	Survei	Guru vokasional Swiss	Mayoritas guru memiliki kompetensi digital dasar, namun lemah dalam integrasi pedagogis
Xin et al.	2024	China	Survei	2.514 guru TVET	5 dimensi kompetensi digital TVET; faktor non-gender mempengaruhi kompetensi
Astuti et al.	2022	Indonesia	Campuran	Guru SMK Indonesia	Level kematangan kompetensi digital mayoritas masih pada level dasar-menengah
Wannapiroon et al.	2022	Thailand	Survei	Instruktur vokasional	Kompetensi digital sinkronus online masih memerlukan peningkatan signifikan
Lahn & Berntsen	2023	Norwegia	Lit. Review	Review literatur	Framework kompetensi digital TVET perlu kontekstualisasi sesuai karakteristik vokasional
Rahmawati et al.	2025	Indonesia	Kualitatif	Guru vokasional Indonesia	Kesenjangan digital guru urban-rural masih signifikan di Indonesia
Deschênes et al.	2024	Kanada	Kuantitatif	137 mahasiswa guru vokasi	Sumber daya pengembangan kompetensi digital kurang dikenal dan digunakan mahasiswa guru

Beberapa penelitian juga mengungkap faktor-faktor yang memengaruhi kompetensi digital tersebut. Antonietti et al. (2022) menemukan bahwa keyakinan (*belief*) guru terhadap

kompetensi digital berpengaruh signifikan terhadap penerimaan teknologi (TAM), sementara Xin et al. (2024) mengidentifikasi lima dimensi kompetensi digital TVET serta menemukan bahwa faktor non-gender turut memengaruhi tingkat kompetensi tersebut. Selain itu, isu kesenjangan turut menjadi sorotan penting: Rahmawati et al. (2025) mengungkap kesenjangan digital guru urban-rural di Indonesia yang masih signifikan, sedangkan Deschênes et al. (2024) menemukan bahwa sumber daya pengembangan kompetensi digital masih kurang dikenal dan dimanfaatkan oleh mahasiswa calon guru vokasi di Kanada.

Sebagai pelengkap temuan empiris tersebut, Lahn dan Berntsen (2023) melalui tinjauan literatur menegaskan perlunya kontekstualisasi kerangka kerja (*framework*) kompetensi digital TVET agar sesuai dengan karakteristik khas pendidikan vokasi. Temuan ini menjadi benang merah yang menghubungkan seluruh artikel yang dikaji, bahwa pengembangan kompetensi digital guru vokasional memerlukan pendekatan yang tidak hanya mengacu pada kerangka kompetensi digital generik, melainkan juga mempertimbangkan konteks pedagogis, kesenjangan akses, serta karakteristik unik bidang vokasi.

Analisis Komparatif dan Inkonsistensi Penelitian

Analisis komparatif terhadap lima variabel/aspek utama sebagaimana disajikan pada Tabel 8 mengungkap adanya pola temuan yang relatif konsisten, namun juga sejumlah inkonsistensi dan keterbatasan metodologis di antara studi-studi yang dikaji. Pada aspek level kompetensi digital, mayoritas studi sepakat bahwa guru vokasional berada pada level dasar-menengah, didukung oleh data empiris berskala besar pada studi terbaik, meskipun desain cross-sectional yang umum digunakan belum mampu menangkap dinamika perubahan kompetensi dari waktu ke waktu. Terkait instrumen pengukuran, berbagai framework seperti DigCompEdu dan TPACK telah diuji, namun belum terdapat konsensus instrumen standar sehingga muncul fragmentasi metodologis. Pada aspek faktor determinan, usia, pengalaman, dan dukungan institusi teridentifikasi sebagai faktor yang berpengaruh signifikan, meskipun pengaruh faktor gender masih menunjukkan inkonsistensi antarstudi.

Pada aspek integrasi pedagogis, temuan secara konsisten menunjukkan bahwa kompetensi teknis guru lebih unggul dibandingkan kemampuan integrasi pedagogis, dengan studi di Swiss tercatat paling mendalam, namun minimnya studi serupa di negara berkembang menjadi keterbatasan yang signifikan. Sementara itu, dari sisi konteks geografis, kajian literatur menunjukkan dominasi studi dari kawasan Asia dengan Indonesia mulai menunjukkan posisinya sebagai hub riset regional, sedangkan kawasan Afrika dan Amerika Latin sama sekali tidak terwakili, sehingga membatasi generalisasi temuan secara global. Berbagai keterbatasan ini mengindikasikan perlunya pengembangan instrumen yang terstandarisasi untuk konteks TVET, program pengembangan profesional yang berfokus pada integrasi pedagogis, serta kolaborasi penelitian internasional yang melibatkan lebih banyak studi multi-negara berkembang guna memperkaya representasi dan generalisasi temuan secara global.

Tabel 8. Analisis Komparatif: Variabel, Temuan, Kelebihan, Keterbatasan, dan Implikasi

Variabel/Aspek	Temuan Umum	Kelebihan Studi	Keterbatasan	Implikasi
Level Kompetensi Digital	Mayoritas guru pada level dasar-menengah	Data empiris besar (>2000 sampel di studi terbaik)	Cross-sectional; tidak menangkap dinamika perubahan	Perlu program peningkatan berbasis level; monitoring berkala
Instrumen Pengukuran	Belum ada konsensus instrumen standar	Berbagai framework diuji (DigCompEdu, TPACK, dll.)	Fragmentasi metodologis	Diperlukan pengembangan instrumen yang terstandarisasi untuk TVET
Faktor Determinan	Usia, pengalaman, dan dukungan institusi signifikan	Studi faktor cukup komprehensif	Inkonsistensi pengaruh gender antar studi	Kebijakan harus menysasar determinan yang terbukti konsisten
Integrasi Pedagogis	Kompetensi teknis > integrasi pedagogis	Studi Swiss sangat mendalam dan terverifikasi	Kurang studi di negara berkembang	Program PD perlu fokus pada integrasi pedagogis, bukan sekadar literasi teknis
Konteks Geografis	Dominasi Asia; Afrika & LatAm absen	Indonesia mulai kuat sebagai hub riset regional	Generalisasi terbatas secara global	Perlu kolaborasi internasional untuk studi multi-negara berkembang

Kerangka Konseptual

Berdasarkan sintesis temuan bibliometrik dan analisis jaringan kata kunci, penelitian ini mengusulkan Kerangka Konseptual Kompetensi Digital Guru Vokasional/TVET yang mengintegrasikan enam konstruk utama yang saling berinteraksi: (1) Kompetensi Digital Dasar yang mencakup literasi digital, keterampilan ICT, dan penguasaan alat digital sebagai fondasi; (2) TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) sebagai kerangka integratif yang menghubungkan kompetensi teknologi dengan pedagogik dan konten vokasional; (3) Konteks Institusional TVET yang meliputi infrastruktur digital, kebijakan sekolah, dan dukungan kepemimpinan; (4) Faktor Individual yang mencakup self-efficacy digital, motivasi, usia, dan pengalaman mengajar; (5) Penerimaan dan Penggunaan Teknologi yang dimodelkan melalui Technology Acceptance Model (TAM); dan (6) Kesiapan Kerja Siswa Vokasional sebagai outcome akhir yang menjadi justifikasi transformasi digital pendidikan TVET.

Kerangka ini menggambarkan bahwa kompetensi digital guru bukan merupakan konstruk tunggal, melainkan sistem yang dinamis dan multidimensional. Temuan VOSviewer menunjukkan bahwa jaringan kata kunci yang paling kuat terhubung justru adalah jembatan antara kompetensi digital dan praktik pedagogi vokasional yang tercermin dari kluster TPACK dan digital competency sebagai tema terbaru dan berkembang. Ini mengisyaratkan bahwa agenda riset masa depan perlu bergeser dari sekadar mengukur "seberapa digital" seorang guru, menuju memahami bagaimana

kompetensi digital ditransformasikan menjadi praktik pedagogis yang efektif dalam konteks spesifik TVET.

SIMPULAN

Penelitian bibliometrik ini menganalisis 29 artikel Scopus (2021-2025) tentang kompetensi digital guru vokasional dan TVET, menghasilkan peta komprehensif tentang perkembangan, struktur intelektual, dan trajektori masa depan bidang penelitian ini. Beberapa temuan utama yang dapat disimpulkan adalah sebagai berikut. Pertama, bidang ini mengalami pertumbuhan akseleratif dengan puncak pada 2025 (8 artikel), menunjukkan bahwa penelitian kompetensi digital guru TVET sedang dalam fase ekspansi dan belum mencapai saturasi. Kedua, Indonesia merupakan produsen riset paling produktif (27,6%), namun Switzerland melalui SFUVET merupakan pusat intelektual paling berpengaruh dengan artikel-artikel yang mendominasi daftar sitasi tertinggi. Ketiga, analisis VOSviewer mengidentifikasi lima kluster tematik dengan "vocational education" sebagai node dominan, dan mengungkap TPACK serta digital competency sebagai tema terbaru yang berkembang, menandakan pergeseran paradigma dari kompetensi teknis ke integrasi pedagogis-teknologis. Secara teoritis, penelitian ini memberikan kontribusi berupa: (a) peta intelektual yang mengintegrasikan fragmentasi konseptual dalam literatur kompetensi digital TVET; (b) identifikasi kesenjangan penelitian yang spesifik dan dapat ditindaklanjuti; dan (c) kerangka konseptual yang menghubungkan kompetensi digital, TPACK, penerimaan teknologi, dan kesiapan kerja siswa vokasional. Secara praktis, temuan ini memberikan dasar ilmiah bagi pengembang kurikulum dalam merancang program pendidikan guru vokasional yang responsif terhadap kebutuhan kompetensi digital era 4.0. Keterbatasan utama penelitian ini mencakup: penggunaan satu basis data (Scopus) yang mungkin melewatkan artikel relevan di basis data lain; pembatasan pada dokumen open access yang berpotensi menciptakan bias seleksi; dan jumlah artikel yang relatif kecil ($n=29$) yang membatasi kekuatan inferensi statistik bibliometrik. Penelitian lanjutan direkomendasikan untuk: (1) memperluas pencarian ke Web of Science dan basis data regional; (2) melakukan analisis konten mendalam terhadap artikel-artikel terpilih; (3) mengembangkan dan memvalidasi instrumen pengukuran kompetensi digital yang spesifik untuk konteks TVET Asia Tenggara; dan (4) melaksanakan studi longitudinal untuk menangkap dinamika perkembangan kompetensi digital guru TVET dari waktu ke waktu.

REFERENSI

- Antonietti, C., Cattaneo, A., & Amenduni, F. (2022). Can teachers' digital competence influence technology acceptance in vocational education? *Computers in Human Behavior*, 132, 107266. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107266>
- Astuti, M., Arifin, Z., Nurtanto, M., Mutohhari, F., & Warju, W. (2022). The maturity levels of the digital technology competence in vocational education. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(3), 1242–1253.

- Berková, K., Kubišová, A., Frendlovská, D., Krellová, K. K., & Krpálek, P. (2024). The relation among vocational teachers' use of digital and mobile tools and socio-demographic variables. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 18(5), 103–116.
- Bian, X., & Siththada, T. (2024). Teacher competency development model of higher vocational schools in Shandong province, China. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 8(4), 1–12.
- Bitemirova, S., Zholdasbekova, S., Mussakulov, K., & Anesova, A. (2023). Pre-service TVET teachers' digital competence: Evidence from survey data. *TEM Journal*, 12(2), 1065–1072.
- Bitemirova, S., Zholdasbekova, S., Konakbayeva, U., Karataev, G., Zhanbirshiyev, S., & Turalbayeva, A. (2025). Developing graphic digital competence in future vocational education teachers: from theory to practice. *Frontiers in Education*, 11, 1721205. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1721205>
- Cattaneo, A. A. P., Antonietti, C., & Rauseo, M. (2022). How digitalised are vocational teachers? Assessing digital competence in vocational education and looking at its underlying factors. *Computers and Education*, 176, 104326.
- Deschênes, M., Dionne, L., & Parent, S. (2024). Supporting digital competency development for vocational education student teachers in distance education. *Frontiers in Education*, 9, 1452445. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1452445>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Gentner, S. T., Seifried, J., Rausch, A., & Deutscher, V. (2025). Are trainee teachers less prone to implement new educational technologies than in-service teachers? *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 18(1), 4.
- Ismail, A., Ana, A., Muktiarni, M., Sulaiman, J., & Punyayodhin, S. (2025). Bridging the digital divide: A comparative study of digital competencies among TVET teachers in Indonesia and Thailand. *Journal of Technical Education and Training*, 17(3), 22–35.
- Ismail, M. N., Duan, X., & Wahid, K. A. (2025). Factors influencing vocational education teachers' digital competencies: A systematic literature review. *Environment and Social Psychology*, 11(1).
- Kamaruzaman, F. M., Peng, C. Y., & Omar, M. (2025). Evaluating the role of augmented reality in enhancing engagement and learning in TVET education. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 7(1), 45–58.
- Khademi-Vidra, A., & Bakos, I. M. (2025). An overview of the digital competencies of teachers in the Hungarian secondary agricultural education. *Technology, Knowledge and Learning*, 30(2), 487–504.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.
- Lahn, L. C., & Berntsen, S. K. (2023). Frameworking vocational teachers' digital competencies: An integrative literature review and synthesis. *Nordic Journal of Comparative and International Education*, 7(1), 1–18.

- Lv, T., & Zhang, J. (2025). An educational ecology study identifies imbalances and rebalancing strategies for blended college English teaching in Chinese higher vocational education. *Discover Education*, 5(1), 3.
- Mulyanti, R. Y., Wati, L. N., Tusminurdin, U., & Soma, A. M. (2024). Determinants of teacher digital competence: Empirical evidence of vocational schools in Indonesia. *International Journal of Data and Network Science*, 8(2), 1–12.
- OECD. (2021). Teachers and leaders in vocational education and training: OECD Reviews of Vocational Education and Training. OECD Publishing.
- Rahmawati, S., Prestridge, S., Abdullah, A. G., & Widiaty, I. (2025). Unpacking the digital competence challenge in vocational education: A case from Indonesia. *Social Sciences and Humanities Open*, 11, 101038.
- Redecker, C. (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. EUR 28775 EN. Publications Office of the European Union.
- Regassa, M. S., & Desissa, T. D. (2025). Technology integration status in TVET colleges: evidence from Sheger City, Ethiopia. *Discover Education*, 4(1), 1–14.
- Regassa, M. S., & Desissa, T. D. (2025). TPACK competency status among TVET instructors in Sheger City, Ethiopia. *Discover Sustainability*, 7(1), 461.
- Scott, H., & Dwight, A. (2025). GPTs and the choice architecture of pedagogies in vocational education. *Systems*, 13(1), 1–15.
- Setuju, Triyono, M. B., Muhtadi, A., & Widowati, A. (2024). Enhancing digital competence of prospective vocational teachers using project-based learning. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 8(3), 1–14.
- Shagataeva, Z. E., Sarbassov, Y. K., Seminar, E., & Sydykbekova, M. A. (2021). The general technological competency model for vocational teachers in Kazakhstan. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 13(4), 1–12.
- Soeprijanto, S., Diamah, A., & Rusmono, R. (2022). The effect of digital literacy, self-awareness, and career planning on engineering and vocational education students. *Journal of Technology and Science Education*, 12(1), 175–186.
- UNESCO-UNEVOC. (2020). Digital skills development in TVET teacher training. UNESCO-UNEVOC International Centre for Technical and Vocational Education and Training.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Vilppola, J., Lämsä, J., Vähäsantanen, K., & Hämäläinen, R. (2022). Teacher trainees' experiences of the components of ICT competencies and key factors in ICT integration in vocational education. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 9(1), 1–22.
- Wannapiroon, P., Nilsook, P., Jitsupa, J., & Chaiyarak, S. (2022). Digital competences of vocational instructors with synchronous online learning in next normal situation. *International Journal of Instruction*, 15(2), 491–510.
- Widaningsih, L., Maknun, J., Dwiyantri, V., Ramdanisari, A., & Muktiarni, M. (2025). Analysis of developing digital education competence standards for technical and vocational teachers in Indonesia. *Journal of Technical Education and Training*, 17(2), 1–18.

- Widaningsih, L., Rahayu, S., Dwiyanti, V., Widanengsih, W., & Muktiarni, M. (2025). Analysis and mapping of technical competency needs for TVET teachers in the era of industry 4.0. *Journal of Technical Education and Training*, 17(1), 1–15.
- World Economic Forum. (2023). *Future of jobs report 2023*. World Economic Forum.
- Xin, Y., Tang, Y., & Mou, X. (2024). An empirical study on the evaluation and influencing factors of digital competence of Chinese teachers for TVET. *PLoS ONE*, 19(9), e0310187. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0310187>
- Zhao, Y., Pinto Llorente, A. M., & Sánchez Gómez, M. C. (2021). Digital competence in higher education research: A systematic literature review. *Computers and Education*, 168, 104212.
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>