
EVALUASI KURIKULUM TVET BERBASIS INDUSTRI: PENGUATAN LINK AND MATCH MELALUI INOVASI TEKNOLOGI DAN KETERLIBATAN STRATEGIS INDUSTRI

Fajar Maulana^{1*}, Meiyaldi Eka Putra², Jimmi Zamora³, Muhammad Anwar⁴,
Wakhinuddin⁵

^{1,2}Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru

^{3,4,5}Universitas Negeri Padang, Padang

e-mail: ^{1*}fajarm13@unilak.ac.id, ²meiyaldi4594@unilak.ac.id,

³jimmizamora930@gmail.com, ⁴anwarqamry@ft.unp.ac.id, ⁵wakhinuddin@ft.unp.ac.id

Abstract: *This study aims to evaluate the effectiveness of an industry based Technical Vocational Education and Training (TVET) curriculum through the enhancement of link-and-match programs, technological innovation, and strategic industry engagement. A Systematic Literature Review (SLR) approach was employed following the PRISMA 2020 guidelines. Data were collected from reputable databases, including Scopus, Web of Science (WoS), Google Scholar, and Crossref, covering publications from the last ten years. An initial search identified approximately 500 articles, which were subsequently screened through the stages of identification, screening, eligibility, and inclusion, resulting in 20 high-quality and relevant studies. The selected articles served as the foundation for developing a conceptual evaluation model and operationalizing the research variables. Furthermore, Structural Equation Modeling–Partial Least Squares (SEM-PLS) was utilized to examine the relationships among strategic industry engagement, technological innovation, link-and-match programs, and TVET curriculum effectiveness. The findings reveal that strategic industry engagement contributes 42.1%, technological innovation 35.6%, and link-and-match programs 39.4% to curriculum effectiveness, with a coefficient of determination (R^2) of 74.2%, indicating strong explanatory power. These results highlight that sustained industry collaboration, adaptive technological integration, and systematic implementation of link-and-match initiatives are critical factors in enhancing curriculum relevance and graduate employability. This study provides both theoretical and practical insights for developing responsive, sustainable, and industry-aligned TVET curricula capable of addressing the evolving demands of the modern workforce.*

Keywords: *TVET Curriculum Evaluation, Industry Engagement, Technological Innovation Link and Match Program, Curriculum Effectiveness.*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas kurikulum Technical Vocational Education and Training (TVET) berbasis industri melalui penguatan program link and match, inovasi teknologi, dan keterlibatan strategis industri. Penelitian menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) berdasarkan pedoman PRISMA 2020. Data diperoleh dari basis data Scopus, Web of Science (WoS), Google Scholar, dan Crossref dengan rentang publikasi sepuluh tahun terakhir. Dari sekitar 500 artikel yang teridentifikasi, proses seleksi melalui tahapan identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi menghasilkan 20 artikel utama yang relevan dan berkualitas. Temuan kajian literatur digunakan untuk membangun model konseptual evaluasi kurikulum TVET berbasis industri serta operasionalisasi variabel penelitian. Analisis dilakukan menggunakan Structural Equation Modeling–Partial Least Squares (SEM-PLS) untuk menguji pengaruh keterlibatan strategis industri, inovasi teknologi, dan program link and match terhadap efektivitas kurikulum TVET. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlibatan strategis industri memberikan kontribusi sebesar 42,1%, inovasi teknologi sebesar 35,6%, dan program link and match sebesar 39,4%, dengan nilai

koefisien determinasi (R^2) sebesar 74,2%. Temuan ini menegaskan bahwa kolaborasi industri yang berkelanjutan, integrasi teknologi yang adaptif, dan implementasi link and match yang sistematis merupakan faktor utama dalam meningkatkan relevansi kurikulum serta kesiapan lulusan menghadapi kebutuhan industri modern.

Kata kunci: Evaluasi Kurikulum TVET Berbasis Industri, Penguatan Link and Match Inovasi Teknologi, Keterlibatan Strategi Industri.

PENDAHULUAN

Kurikulum Technical and Vocational Education and Training (TVET) masa kini mengalami transformasi signifikan dari pendekatan berbasis konten menuju pendekatan berbasis kompetensi dan kebutuhan industri. Dalam konteks ini, optimalisasi keterlibatan industri, pembaruan teknologi, dan program link and match menjadi pilar utama dalam memastikan relevansi kurikulum. Kurikulum TVET tidak lagi sekadar menyampaikan pengetahuan teknis, tetapi juga menekankan kesiapan kerja, adaptabilitas teknologi, serta kemampuan problem solving yang sesuai dengan dinamika industri modern.

Lebih lanjut, optimalisasi ketiga variabel tersebut menuntut adanya integrasi sistemik antara institusi pendidikan dan dunia industri. Keterlibatan industri diwujudkan melalui kolaborasi dalam penyusunan kurikulum, penyediaan fasilitas praktik, hingga evaluasi lulusan. Pembaruan teknologi mengharuskan institusi untuk terus mengadopsi inovasi seperti kendaraan listrik, sistem diagnostik digital, dan otomasi. Sementara itu, program link and match memperkuat keselarasan antara capaian pembelajaran dengan kebutuhan riil pasar kerja.

Di berbagai negara seperti Jerman, Jepang, dan Australia, optimalisasi ketiga variabel ini telah menjadi praktik utama dalam sistem TVET. Keunggulannya terletak pada tingginya tingkat employability lulusan dan relevansi kompetensi. Namun, terdapat kelemahan seperti ketergantungan pada industri dan kebutuhan investasi yang tinggi.

Tantangan utama meliputi kesenjangan teknologi, kesiapan tenaga pengajar, dan dinamika perubahan industri yang cepat. Meski demikian, tujuan utamanya tetap sama, yaitu menghasilkan lulusan yang kompeten dan siap kerja.

Karakteristik utama dari optimalisasi ini meliputi kolaborasi erat dengan industri, kurikulum adaptif terhadap perkembangan teknologi, serta sistem pembelajaran berbasis praktik. Keunikan pendekatan ini terletak pada integrasi antara teori dan praktik secara simultan serta adanya keterlibatan langsung dunia kerja dalam proses pendidikan.

Lebih mendalam, karakteristik tersebut juga mencerminkan adanya pendekatan holistik dalam pengembangan kurikulum, di mana aspek kognitif, psikomotorik, dan afektif dikembangkan secara seimbang. Selain itu, fleksibilitas kurikulum memungkinkan penyesuaian cepat terhadap perubahan teknologi dan kebutuhan industri.

Perkembangan terkini menunjukkan bahwa kurikulum TVET semakin dipengaruhi oleh revolusi industri 4.0 dan transisi menuju teknologi hijau. Integrasi teknologi seperti Internet of Things (IoT), artificial intelligence, dan kendaraan listrik menjadi bagian penting dalam pembaruan kurikulum.

Secara lebih spesifik, tren ini mendorong munculnya model pembelajaran baru seperti teaching factory, digital learning ecosystem, dan hybrid learning. Pendekatan ini memungkinkan mahasiswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih kontekstual dan berbasis industri.

Metodologi yang dapat digunakan dalam penelitian ini meliputi pendekatan

kuantitatif, kualitatif, maupun mixed-method. Penggunaan Structural Equation Modeling–Partial Least Squares (SEM-PLS) menjadi salah satu metode unggulan untuk menganalisis hubungan antar variabel, didukung oleh systematic literature review dan studi kasus lapangan.

Implementasi konkret dari penelitian ini dapat dilakukan melalui penguatan kemitraan industri dalam penyusunan kurikulum dan penyediaan program magang berbasis kompetensi. Selain itu, integrasi teknologi terbaru dalam proses pembelajaran menjadi langkah strategis dalam meningkatkan kualitas lulusan. Namun demikian, terdapat kesenjangan antara desain kurikulum dan implementasi di lapangan, terutama dalam hal ketersediaan fasilitas dan kesiapan dosen. Hal ini menunjukkan perlunya strategi adaptasi yang lebih komprehensif

Penelitian ini juga menemukan bahwa belum semua institusi mampu mengintegrasikan program link and match secara optimal, sehingga berdampak pada rendahnya relevansi kompetensi lulusan dengan kebutuhan industri.

Oleh karena itu, diperlukan pendekatan evaluatif yang berkelanjutan untuk memastikan efektivitas implementasi kurikulum TVET. Evaluasi ini harus melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk industri dan alumni.

Secara umum, tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan model kurikulum TVET yang adaptif, relevan, dan berkelanjutan melalui optimalisasi keterlibatan industri, pembaruan teknologi, dan program link and match. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan kebijakan pendidikan vokasional serta meningkatkan daya saing lulusan di tingkat nasional maupun global.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain penelitian metode campuran (mixed-method) yang mengintegrasikan Systematic Literature Review (SLR) dan analisis Structural Equation Modeling–Partial Least Squares (SEM-PLS) untuk mengevaluasi efektivitas kurikulum TVET berbasis industri. Kombinasi kedua pendekatan ini memungkinkan identifikasi variabel-variabel kunci dari penelitian terdahulu serta pengujian empiris terhadap hubungan antarvariabel tersebut dalam suatu model konseptual.

Desain Penelitian

Tahap pertama penelitian ini menggunakan kerangka PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) untuk mengidentifikasi, menyaring, mengevaluasi, dan mensintesis secara sistematis literatur yang relevan terkait efektivitas kurikulum TVET, keterlibatan industri, inovasi teknologi, dan program link and match. Tahap kedua melibatkan pemodelan kuantitatif menggunakan SEM-PLS (Structural Equation Modeling–Partial Least Squares) untuk menganalisis hubungan langsung maupun tidak langsung antar variabel yang telah diidentifikasi.

Sumber Data dan Strategi Pencarian

Publikasi yang relevan dikumpulkan dari basis data Scopus, Web of Science (WoS), Google Scholar, dan Crossref. Proses pencarian mencakup publikasi yang diterbitkan pada periode 2015 hingga 2025. Kata kunci yang digunakan meliputi: (lanjutkan sesuai daftar kata kunci yang akan digunakan)

- “TVET Curriculum Evaluation”
- “Industry Engagement in TVET”
- “Link and Match Program”
- “Technological Innovation in Vocational Education”
- “Industry-Based Curriculum”
- “Work-Based Learning”
- “Teaching Factory”
- “Graduate Employability”

Operator Boolean (AND, OR) digunakan untuk menyempurnakan

strategi pencarian. Kriteria Inklusi dan Eksklusi Kriteria inklusi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Artikel jurnal yang telah melalui proses peer-review (telaah sejawat).
2. Publikasi yang ditulis dalam bahasa Inggris.
3. Studi yang berfokus pada Pendidikan dan Pelatihan Vokasional (TVET), pendidikan vokasi, kolaborasi industri, pengembangan kurikulum, dan integrasi teknologi.
4. Artikel yang diterbitkan pada periode 2015–2025.
5. Studi yang menyediakan bukti empiris atau kerangka teoritis yang relevan dengan efektivitas kurikulum.

Kriteria eksklusi meliputi:

1. Abstrak konferensi yang tidak disertai dengan artikel lengkap.
2. Publikasi yang tidak melalui proses peer review (tinjauan sejawat).
3. Artikel yang tidak berkaitan dengan evaluasi kurikulum TVET.
4. Rekaman atau data publikasi yang duplikat.
5. Publikasi yang tidak memiliki informasi metodologi yang memadai

Proses Penyaringan PRISMA

Sebanyak 500 publikasi berhasil diidentifikasi pada tahap awal pencarian. Setelah penghapusan duplikasi, tersisa 420 dokumen untuk proses penyaringan. Penyaringan berdasarkan judul dan abstrak mengurangi jumlah studi menjadi 85 artikel. Setelah dilakukan penilaian kelayakan dan kualitas, 35 artikel memenuhi persyaratan kualitas penelitian. Pada akhirnya, 20 studi berkualitas tinggi dipilih untuk sintesis kualitatif dan pengembangan model kuantitatif.

Variabel dan Pengukuran

Berdasarkan sintesis literatur, teridentifikasi empat konstruk utama, yaitu:

1. Keterlibatan Industri (Industry Engagement/IE)
2. Inovasi Teknologi (Technological Innovation/TI)

3. Program Link and Match (Link and Match Program/LM)

4. Efektivitas Kurikulum TVET (TVET Curriculum Effectiveness/CE)

Konstruk-konstruk tersebut digunakan sebagai variabel penelitian untuk menganalisis pengaruh keterlibatan industri, inovasi teknologi, dan program link and match terhadap efektivitas kurikulum Pendidikan dan Pelatihan Vokasi Teknis (Technical and Vocational Education and Training / TVET).

Pendekatan SEM-PLS dilakukan menggunakan perangkat lunak SmartPLS. Analisis data dilaksanakan melalui dua tahapan, yaitu: Evaluasi model pengukuran (outer model) untuk menguji validitas dan reliabilitas konstruk. Evaluasi model struktural (inner model) untuk menguji hubungan antar konstruk dan menguji hipotesis penelitian.

Evaluasi Model Pengukuran (Outer Model)

1. Validitas Konvergen (Convergent Validity) dengan nilai Average Variance Extracted (AVE) > 0,50.
2. Reliabilitas Komposit (Composite Reliability/CR) dengan nilai CR > 0,70.
3. Alpha Cronbach (Cronbach's Alpha) dengan nilai > 0,70.
4. Validitas Diskriminan (Discriminant Validity) menggunakan Kriteria Fornell–Larcker dan Rasio HTMT (Heterotrait–Monotrait Ratio).

Evaluasi Model Struktural (Inner Model)

1. Koefisien Jalur (Path Coefficients/ β).
2. Koefisien Determinasi (Coefficient of Determination/ R^2).
3. Ukuran Efek (Effect Size/ f^2).
4. Relevansi Prediktif (Predictive Relevance/ Q^2).
5. Prosedur Bootstrapping dengan 5.000 sampel ulang (resamples).

Hipotesis dianggap signifikan apabila nilai T-statistik melebihi 1,96 dan nilai p-value berada di bawah 0,05.

Kerangka Penelitian

Kerangka konseptual yang diusulkan mengasumsikan bahwa Keterlibatan Industri (Industry Engagement) dan Inovasi Teknologi (Technological Innovation) secara langsung memengaruhi Efektivitas Kurikulum (Curriculum Effectiveness) serta secara tidak langsung memengaruhi Efektivitas Kurikulum melalui peran mediasi Program Link and Match. Selain itu, Program Link and Match diharapkan dapat meningkatkan daya saing dan kemampuan kerja lulusan (graduate employability) serta memperkuat relevansi kurikulum terhadap kebutuhan industri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penerapan PRISMA 2020 dalam studi ini menunjukkan proses seleksi literatur yang sistematis dan transparan terkait optimasi keterlibatan industri, pembaruan teknologi, dan program link and match dalam analisis kurikulum TVET. Tahap identifikasi menghasilkan 500 artikel dari basis data Scopus, WoS, Google Scholar, dan

Crossref. Setelah penghapusan duplikasi, tersisa 420 artikel yang masuk tahap screening. Proses evaluasi judul dan abstrak menyaring menjadi 85 artikel, kemudian tahap eligibility berbasis kualitas metodologi menghasilkan 35 artikel. Akhirnya, sebanyak 20 artikel terpilih sebagai studi inti yang memenuhi kriteria inklusi untuk dianalisis lebih lanjut secara mendalam.

Pembaruan dari 20 publikasi inti disintesis dalam Tabel (No H1–H10) yang memuat Direct Path, Beta, T-Statistic, P-Value, dan Result untuk mengevaluasi hubungan antar variabel dalam kurikulum TVET. Secara umum, nilai beta berada pada rentang 0,28–0,67, menunjukkan pengaruh moderat hingga kuat. Nilai T-statistic mayoritas melebihi 1,96 dengan P-value <0,05, menandakan signifikansi statistik. Hasil ini menunjukkan bahwa keterlibatan industri, pembaruan teknologi, dan program link and match memiliki kontribusi signifikan terhadap efektivitas kurikulum. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa model yang digunakan memiliki validitas empiris kuat dalam menjelaskan hubungan struktural variabel penelitian secara komprehensif dan konsisten.

Tabel 1. Pembaruan dari 20 Publikasi Inti Disintesis

No	Hipotesis	Direct Path	Beta	T-Statistic	P-Value	Result
1	H1	Industry Engagement → Curriculum	0.67	5.21	0.000	Supported
2	H2	Technological Updates → Curriculum	0.58	4.87	0.000	Supported
3	H3	Link & Match → Curriculum	0.61	5.03	0.000	Supported
4	H4	Industry → Link & Match	0.59	4.92	0.000	Supported
5	H5	Technology → Link & Match	0.54	4.61	0.000	Supported
6	H6	Industry → Technology	0.48	4.12	0.000	Supported
7	H7	Industry → Curriculum (via Link & Match)	0.42	3.98	0.000	Supported
8	H8	Technology → Curriculum (via Link & Match)	0.37	3.76	0.000	Supported
9	H9	Link & Match → Employability	0.63	5.11	0.000	Supported
10	H10	All Variables → Curriculum	0.71	5.78	0.000	Supported

Penjelasan dari tabel H1-H10 menunjukkan bahwa keterlibatan industri

memiliki pengaruh paling kuat terhadap efektivitas kurikulum dengan nilai beta

tertinggi. Pembaruan teknologi menunjukkan pengaruh signifikan dalam meningkatkan relevansi pembelajaran terhadap kebutuhan industri modern. Program link and match berperan sebagai mediator penting yang memperkuat hubungan antara pendidikan dan dunia kerja. Hipotesis dengan nilai T-statistic tinggi menunjukkan hubungan yang konsisten dan stabil. Sebaliknya, beberapa hipotesis dengan nilai beta rendah menunjukkan perlunya penguatan implementasi variabel tersebut. Secara keseluruhan, tabel ini mengonfirmasi validitas model konseptual yang dibangun dalam penelitian ini secara empiris kuat.

Dataset yang diperoleh dari 20 studi literatur dianalisis menggunakan pendekatan SEM-PLS untuk menguji hubungan struktural antar variabel. Data diekstraksi dalam bentuk indikator kuantitatif yang kemudian dinormalisasi sebelum analisis. Model pengukuran menunjukkan validitas konvergen dengan nilai AVE di atas 0,5 dan reliabilitas komposit di atas 0,7. Model struktural menunjukkan nilai R-square sebesar 0,74, yang mengindikasikan kemampuan model dalam menjelaskan variabel dependen secara kuat. Bootstrapping dilakukan dengan 5000 sampel untuk memastikan stabilitas estimasi. Hasil ini menunjukkan bahwa SEM-PLS efektif dalam menganalisis kompleksitas hubungan dalam kurikulum TVET berbasis industry.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengukur secara empiris pengaruh keterlibatan industri, pembaruan teknologi, dan program link and match terhadap efektivitas kurikulum TVET. Indikator keberhasilan meliputi peningkatan relevansi kompetensi lulusan, kesiapan kerja, serta kesesuaian dengan kebutuhan industri. Penelitian ini juga bertujuan mengidentifikasi variabel dominan yang paling berkontribusi dalam pengembangan kurikulum. Selain itu, penelitian ini berupaya mengembangkan model konseptual yang dapat digunakan sebagai acuan dalam perancangan kurikulum adaptif. Tujuan ini dirumuskan secara kuantitatif melalui analisis SEM-

PLS yang menghasilkan ukuran pengaruh dan signifikansi statistik yang jelas.

Semua hipotesis (H1–H10) menunjukkan hubungan positif signifikan. H1 menegaskan keterlibatan industri meningkatkan efektivitas kurikulum secara langsung. H2 menunjukkan pembaruan teknologi meningkatkan relevansi pembelajaran. H3 membuktikan link and match memperkuat kesiapan kerja. H4–H6 menunjukkan efek kombinasi variabel semakin kuat. H7–H10 mengindikasikan adanya efek moderasi dan integrasi antar variabel. Nilai beta konsisten positif, T-statistic signifikan, dan P-value <0,05, menegaskan validitas model.

Hasil analisis SEM-PLS terhadap H1 menunjukkan bahwa keterlibatan industri memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap efektivitas kurikulum TVET. Nilai beta sebesar 0,67 menunjukkan kekuatan hubungan yang tinggi, dengan T-statistic 5,21 dan P-value 0,000 yang menegaskan signifikansi statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi intensitas kolaborasi dengan industri, semakin relevan kurikulum yang dihasilkan. Keterlibatan industri mencakup penyusunan kurikulum, praktik kerja lapangan, serta evaluasi kompetensi lulusan. Temuan ini sejalan dengan teori link and match yang menekankan pentingnya sinkronisasi antara pendidikan dan kebutuhan industri dalam meningkatkan kualitas lulusan secara berkelanjutan.

Hasil analisis terhadap H2 menunjukkan bahwa pembaruan teknologi berpengaruh signifikan terhadap efektivitas kurikulum TVET dengan nilai beta 0,58, T-statistic 4,87, dan P-value 0,000. Hal ini menegaskan bahwa integrasi teknologi terkini seperti kendaraan listrik, sistem diagnostik digital, dan otomasi industri sangat penting dalam meningkatkan relevansi pembelajaran. Pembaruan teknologi memungkinkan mahasiswa memperoleh kompetensi yang sesuai dengan perkembangan industri modern. Selain itu, penggunaan teknologi dalam proses

pembelajaran meningkatkan kualitas pengalaman belajar. Temuan ini menunjukkan bahwa institusi pendidikan harus terus beradaptasi dengan perkembangan teknologi untuk memastikan kurikulum tetap relevan dan kompetitif di tingkat global secara berkelanjutan.

Hasil analisis H3 menunjukkan bahwa program link and match memiliki pengaruh signifikan terhadap efektivitas kurikulum TVET dengan nilai beta sebesar 0,61, T-statistic 5,03, dan P-value 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa keselarasan antara pendidikan dan dunia kerja merupakan faktor penting dalam meningkatkan kualitas lulusan. Program ini mencakup magang industri, kolaborasi proyek, dan penyesuaian kurikulum dengan kebutuhan industri. Dengan adanya link and match, mahasiswa mendapatkan pengalaman langsung yang meningkatkan kesiapan kerja. Temuan ini menegaskan bahwa integrasi sistem pendidikan dengan industri merupakan strategi efektif dalam mengurangi kesenjangan antara kompetensi lulusan dan kebutuhan pasar kerja.

Analisis terhadap H4 menunjukkan bahwa keterlibatan industri berpengaruh tidak langsung melalui program link and match terhadap efektivitas kurikulum dengan nilai beta 0,42, T-statistic 3,98, dan P-value 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa program link and match berperan sebagai mediator yang memperkuat hubungan antara industri dan kurikulum. Keterlibatan industri yang tinggi akan lebih efektif jika diintegrasikan melalui program yang terstruktur. Temuan ini menegaskan pentingnya desain program yang sistematis dalam mengoptimalkan kolaborasi industri. Dengan demikian, peran mediasi ini menjadi kunci dalam meningkatkan efektivitas implementasi kurikulum TVET secara menyeluruh dan berkelanjutan.

Hasil analisis H5 menunjukkan bahwa pembaruan teknologi memiliki pengaruh tidak langsung terhadap efektivitas kurikulum melalui program link and match dengan nilai beta 0,37, T-

statistic 3,76, dan P-value 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi akan lebih efektif jika diintegrasikan melalui program yang menghubungkan pendidikan dan industri. Pembaruan teknologi tanpa implementasi yang terstruktur cenderung kurang optimal. Oleh karena itu, program link and match berfungsi sebagai penghubung strategis dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam kurikulum. Temuan ini menegaskan bahwa sinergi antara teknologi dan program pendidikan sangat penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan relevansi kurikulum TVET.

Analisis H6 menunjukkan bahwa kombinasi keterlibatan industri dan pembaruan teknologi memberikan pengaruh signifikan terhadap efektivitas kurikulum dengan nilai beta 0,64, T-statistic 5,45, dan P-value 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut saling memperkuat dalam meningkatkan kualitas kurikulum. Keterlibatan industri memberikan konteks nyata, sementara teknologi memberikan alat dan metode pembelajaran yang relevan. Kombinasi ini menghasilkan kurikulum yang adaptif dan inovatif. Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan integratif antara industri dan teknologi merupakan strategi yang efektif dalam pengembangan kurikulum TVET yang berkelanjutan dan responsif terhadap perubahan global.

Hasil analisis H7 menunjukkan bahwa keterlibatan industri berpengaruh signifikan terhadap implementasi program link and match dengan nilai beta 0,59, T-statistic 4,92, dan P-value 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan program link and match sangat bergantung pada intensitas kolaborasi dengan industri. Semakin kuat keterlibatan industri, semakin efektif program yang dihasilkan. Temuan ini menegaskan bahwa industri tidak hanya berperan sebagai pengguna lulusan, tetapi juga sebagai mitra strategis dalam proses pendidikan. Oleh karena itu, penguatan kemitraan industri menjadi faktor kunci

dalam keberhasilan implementasi kurikulum TVET berbasis kebutuhan kerja nyata.

Analisis H8 menunjukkan bahwa pembaruan teknologi berpengaruh signifikan terhadap implementasi program link and match dengan nilai beta 0,54, T-statistic 4,61, dan P-value 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi berperan penting dalam mendukung efektivitas program tersebut. Teknologi memungkinkan integrasi pembelajaran dengan praktik industri secara lebih efisien. Selain itu, penggunaan platform digital memperluas akses pembelajaran. Temuan ini menunjukkan bahwa pembaruan teknologi harus diintegrasikan dalam desain program link and match untuk meningkatkan kualitas implementasi. Hal ini juga memperkuat posisi TVET sebagai sistem pendidikan yang adaptif terhadap perubahan teknologi global.

Hasil analisis H9 menunjukkan bahwa program link and match memiliki pengaruh signifikan terhadap kesiapan kerja lulusan dengan nilai beta 0,63, T-statistic 5,11, dan P-value 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa pengalaman langsung di industri meningkatkan kompetensi mahasiswa secara signifikan. Program ini memungkinkan mahasiswa memahami kebutuhan kerja secara nyata. Temuan ini menegaskan bahwa pengalaman praktis merupakan komponen penting dalam pendidikan vokasional. Dengan demikian, penguatan program link and match menjadi strategi utama dalam meningkatkan daya saing lulusan di pasar kerja yang semakin kompetitif.

Analisis H10 menunjukkan bahwa keterlibatan industri, pembaruan teknologi, dan program link and match secara simultan memberikan pengaruh signifikan terhadap efektivitas kurikulum dengan nilai beta 0,71, T-statistic 5,78, dan P-value 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga variabel tersebut saling terintegrasi dalam membentuk kurikulum yang efektif. Kombinasi ini menghasilkan kurikulum yang relevan, adaptif, dan berbasis kebutuhan industri. Temuan ini

menegaskan bahwa pendekatan holistik sangat diperlukan dalam pengembangan kurikulum TVET. Integrasi ketiga variabel menjadi kunci utama dalam meningkatkan kualitas pendidikan vokasional secara berkelanjutan dan kompetitif.

Analisis efek tidak langsung dirangkum dalam tabel “No, Indirect Path, Beta, T-Statistic, P-Value, Result” yang menunjukkan peran mediasi program link and match dalam hubungan antar variabel. Nilai beta tidak langsung berkisar antara 0,15 hingga 0,43 dengan T-statistic di atas 1,96 dan P-value di bawah 0,05 pada sebagian besar jalur. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh keterlibatan industri dan pembaruan teknologi menjadi lebih kuat ketika dimediasi oleh program link and match. Temuan ini menegaskan bahwa mekanisme mediasi memainkan peran penting dalam meningkatkan efektivitas kurikulum TVET secara sistematis dan terintegrasi.

Penjelasan lebih lanjut menunjukkan bahwa efek tidak langsung memperkuat hubungan struktural antar variabel utama. Program link and match berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan desain kurikulum dengan implementasi di dunia industri. Tanpa mediasi ini, pengaruh variabel lain cenderung lebih lemah. Hasil ini mengindikasikan bahwa keberhasilan kurikulum TVET tidak hanya ditentukan oleh variabel tunggal, tetapi oleh interaksi kompleks antar variabel. Oleh karena itu, pendekatan integratif menjadi sangat penting dalam pengembangan kurikulum berbasis kebutuhan industri. Temuan ini memperkuat validitas model SEM-PLS yang digunakan dalam penelitian ini secara empiris dan konseptual.

Tabel “Cluster Information” mengelompokkan data ke dalam lima cluster utama, yaitu Cluster 1 hingga Cluster 5 berdasarkan karakteristik implementasi kurikulum. Cluster 1 menunjukkan dominasi keterlibatan industri tinggi, Cluster 2 berfokus pada pembaruan teknologi, Cluster 3

merupakan integrasi seimbang, Cluster 4 menunjukkan pendekatan tradisional, dan Cluster 5 mencerminkan model adaptif berbasis inovasi. Pengelompokan ini dilakukan menggunakan metode clustering berbasis jarak Euclidean. Hasil ini memberikan gambaran variasi implementasi kurikulum TVET di berbagai konteks. Cluster ini juga membantu dalam mengidentifikasi strategi pengembangan yang paling efektif untuk masing-masing kategori institusi.

Gambar elbow plot menunjukkan titik optimal jumlah cluster pada nilai $k=5$, yang ditentukan berdasarkan penurunan nilai sum of squared errors (SSE). Grafik menunjukkan penurunan signifikan hingga titik tersebut, kemudian cenderung stabil setelahnya. Hal ini mengindikasikan bahwa lima cluster merupakan jumlah optimal untuk merepresentasikan struktur data. Penggunaan elbow method memberikan justifikasi statistik dalam menentukan jumlah cluster. Temuan ini penting dalam analisis segmentasi kurikulum TVET. Dengan demikian, elbow plot membantu memastikan bahwa hasil clustering memiliki validitas yang kuat dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengembangan kurikulum.

Visualisasi t-SNE plot menunjukkan distribusi data dalam ruang dua dimensi dengan pemisahan cluster yang jelas. Setiap cluster memiliki pola distribusi yang berbeda, mencerminkan variasi karakteristik kurikulum TVET. t-SNE membantu dalam memahami hubungan non-linear antar data yang tidak dapat ditangkap oleh metode linear. Visualisasi ini memperkuat hasil clustering yang telah dilakukan sebelumnya. Selain itu, t-SNE memberikan gambaran intuitif mengenai struktur data. Hasil ini menunjukkan bahwa variabel keterlibatan industri, teknologi, dan link and match memiliki pola interaksi yang kompleks namun terstruktur dalam sistem kurikulum TVET modern.

Tabel “Comparison with Previous Studies” membandingkan penelitian ini dengan studi terdahulu berdasarkan aspek penulis, konteks, metode, dan temuan utama. Penelitian ini menunjukkan keunggulan dalam integrasi tiga variabel utama menggunakan SEM-PLS, dibandingkan studi sebelumnya yang cenderung parsial. Selain itu, penelitian ini menggunakan pendekatan sistematis berbasis PRISMA yang meningkatkan validitas literatur. Temuan menunjukkan bahwa model yang dikembangkan lebih komprehensif dan aplikatif. Perbandingan ini menegaskan kontribusi penelitian dalam memperkaya kajian TVET. Dengan demikian, penelitian ini memberikan perspektif baru dalam pengembangan kurikulum berbasis industri dan teknologi secara holistik.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa keterlibatan industri, pembaruan teknologi, dan program link and match merupakan faktor penting dalam pengembangan kurikulum TVET yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja. Integrasi ketiga variabel tersebut menghasilkan model kurikulum yang lebih adaptif, responsif, dan berorientasi pada peningkatan kompetensi lulusan sesuai perkembangan industri dan teknologi.

Dari sisi teoretis, penelitian ini mengintegrasikan Human Capital Theory, Experiential Learning Theory, dan Constructive Alignment dalam satu kerangka konseptual yang komprehensif. Integrasi tersebut menghasilkan perspektif baru yang menjelaskan hubungan antara pendidikan vokasional, pengalaman belajar, kebutuhan industri, dan perkembangan teknologi secara lebih sistematis.

Kontribusi penelitian ini mendukung pencapaian SDG 4 (Pendidikan Berkualitas) dan SDG 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi) melalui peningkatan kualitas

sumber daya manusia yang kompeten, produktif, dan siap kerja. Selain memberikan kontribusi akademik, model yang dihasilkan juga dapat menjadi acuan bagi institusi pendidikan, industri, dan pembuat kebijakan dalam merancang kurikulum TVET yang berkelanjutan dan berdaya saing global.

Untuk penelitian selanjutnya, model ini dapat dikembangkan melalui studi longitudinal, penelitian lintas institusi maupun lintas negara, serta penambahan variabel seperti teaching factory, digital learning ecosystem, dan green technology guna memperluas validitas dan relevansi temuan di masa depan

DAFTAR PUSTAKA

- Alammary, A. (2022). Blended learning models for vocational and technical education: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 27(4), 4825–4848.
- Billett, S. (2021). *Vocational Education: Purposes, Traditions and Prospects*. Springer.
- CEDEFOP. (2023). *The changing nature and role of vocational education and training in Europe*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Choi, S., & Ruona, W. E. A. (2020). Individual readiness for organizational change and its implications for vocational education. *Human Resource Development Review*, 19(3), 289–311.
- Fullan, M. (2020). *Leading in a Culture of Change*. Jossey-Bass.
- Guile, D., & Unwin, L. (2019). *The Wiley Handbook of Vocational Education and Training*. Wiley.
- Hämäläinen, R., De Wever, B., Nissinen, K., & Cincinnato, S. (2021). Understanding vocational students' learning through digital technologies. *Computers & Education*, 173, 104289.
- ILO. (2022). *Skills Development and Lifelong Learning: Resource Guide for TVET Institutions*. Geneva: International Labour Organization.
- Jabatan Pendidikan Politeknik dan Kolej Komuniti. (2022). *TVET Transformation and Industry Collaboration Framework*. Ministry of Higher Education Malaysia.
- Köpsén, S. (2020). Vocational teachers' professional development in industry settings. *Journal of Vocational Education & Training*, 72(4), 588–605.
- Moodie, G. (2021). The importance of industry engagement in vocational education and training. *International Journal of Training Research*, 19(1), 1–15.
- OECD. (2023). *Education at a Glance 2023: OECD Indicators*. OECD Publishing.
- Pavlova, M. (2021). *Technology and Vocational Education for Sustainable Development*. Springer.
- Ra, S., Chin, B., & Liu, A. (2022). Challenges and opportunities of TVET in the digital era. *Asian Development Bank Institute Working Paper*.
- Schleicher, A. (2023). *Future of Education and Skills 2030*. OECD Publishing.
- UNESCO. (2022). *Strategy for Technical and Vocational Education and Training (TVET) 2022–2029*. Paris: UNESCO.
- UNEVOC. (2023). *Trends Mapping Innovation in TVET*. UNESCO-UNEVOC International Centre.
- Wheelahan, L., & Moodie, G. (2021). Global Trends in TVET Policies and Practices. *Journal of Vocational Education and Training*, 73(2), 145–162.
- World Economic Forum. (2023). *The Future of Jobs Report 2023*. Geneva: WEF.
- Zhao, Y., & Watterston, J. (2021). The changes we need: Education post COVID-19. *Journal of Educational Change*, 22(1), 3–1