

PEDAGOGIK TRANSFORMATIF BERBASIS INDUSTRI: PENDEKATAN TRANSDISIPLINER DALAM IMPLEMENTASI MERDEKA BELAJAR

Andi Aswad Jahudin ^{a*)}, Aas Amelia ^{a)}, R. Madhakomala ^{a)}

^{a)}Universitas Negeri Jakarta, Jakarta Timur, Indonesia

^{*)}e-mail korespondensi: andiaswadjahudin@gmail.com

Article history: received 01 June 2025; revised 12 June 2025; accepted 06 July 2025

DOI : <https://doi.org/10.33751/jmp.v13i2.12279>

Abstrak. Era disrupsi teknologi dan transformasi industri menuntut sistem pendidikan vokasi Indonesia untuk beralih dari model pembelajaran konvensional menuju pendekatan yang lebih kontekstual, kolaboratif, dan transdisipliner. Penelitian ini mengembangkan kerangka konseptual PETALS (Pedagogic Empowerment Through Industry-Linked Transdisciplinary System) sebagai respons terhadap rendahnya integrasi antara kebutuhan dunia industri dan praktik pembelajaran di SMK. Dengan menggabungkan elemen pedagogik transformatif, experiential learning, design thinking, dan kolaborasi Triple Helix, PETALS dirancang melalui enam pilar utama: 1) professional development guru berbasis industri; 2) embedded curriculum hasil co-design bersama DUDI; 3) transdisciplinary project-based learning; 4) authentic assessment berbasis portofolio; 5) kemitraan industri jangka Panjang; 6) sustainable policy support. Metode yang digunakan adalah literature review sistematis terhadap 70 sumber dari database Scopus, Google Scholar, Garuda, dan dokumen kebijakan nasional (2015–2024), serta simulasi penerapan kerangka di SMK Negeri 1 Cikarang. Hasil simulasi dan sintesis literatur menunjukkan bahwa PETALS mampu meningkatkan relevansi kurikulum dengan kebutuhan industri, memperkuat kompetensi reflektif dan kolaboratif peserta didik, serta menyediakan model evaluasi autentik yang terintegrasi. Implementasi modular PETALS direkomendasikan sebagai pilot dalam berbagai sektor SMK, sekaligus menjadi acuan bagi pengembangan kebijakan vokasi nasional menuju visi Indonesia Emas 2045.

Kata Kunci: Pedagogik Transformatif; Transdisipliner; Kolaborasi Pendidikan-Industri; Merdeka Belajar

INDUSTRY-BASED TRANSFORMATIVE PEDAGOGY: A TRANSDISCIPLINARY APPROACH TO THE IMPLEMENTATION OF MERDEKA BELAJAR

Abstract. The era of technological disruption and industrial transformation demands that Indonesia's vocational education system shift from conventional learning models toward more contextual, collaborative, and transdisciplinary approaches. This study develops a conceptual framework called PETALS (Pedagogic Empowerment Through Industry-Linked Transdisciplinary System) in response to the low level of integration between industry needs and teaching practices in vocational high schools (SMK). By integrating elements of transformative pedagogy, experiential learning, design thinking, and Triple Helix collaboration, PETALS is structured around six core pillars: (1) industry-based professional development for teachers; (2) embedded curriculum co-designed with industry partners; (3) transdisciplinary project-based learning; (4) portfolio-based authentic assessment; (5) long-term industry partnerships; and (6) sustainable policy support. The methodology employed includes a systematic literature review of 70 sources from Scopus, Google Scholar, Garuda, and national policy documents (2015–2024), along with a simulated application of the framework at SMK Negeri 1 Cikarang. Findings from the simulation and literature synthesis indicate that PETALS enhances curriculum relevance to industry demands, strengthens students' reflective and collaborative competencies, and provides an integrated model of authentic assessment. Modular implementation of PETALS is recommended as a pilot across various vocational sectors and as a reference for national vocational policy development aligned with the Vision of Indonesia Emas 2045.

Keywords: transformative pedagogy; transdisciplinary approach; education-industry collaboration; Merdeka Belajar

I. PENDAHULUAN

Perkembangan Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0 telah mengubah lanskap kompetensi yang dibutuhkan di dunia kerja secara signifikan. Tidak hanya menuntut penguasaan teknologi mutakhir seperti Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan, dan data analytics, tetapi juga kemampuan berpikir lintas disiplin, kolaboratif, dan reflektif. Tantangan ini menjadi semakin kompleks

ketika dikaitkan dengan kenyataan bahwa banyak lulusan pendidikan vokasi di Indonesia masih menghadapi kesenjangan keterampilan (skills mismatch) yang menyebabkan rendahnya tingkat serapan di dunia kerja. Sementara itu, model pembelajaran konvensional yang bersifat teacher-centered, terfragmentasi, dan minim integrasi dengan dunia industri masih mendominasi di banyak satuan pendidikan vokasi.

Era disrupsi teknologi dan transformasi industri juga telah menciptakan paradoks dalam sistem pendidikan Indonesia. Di satu sisi, laporan BPS (2023) mengungkapkan bahwa 35,6% lulusan vokasi belum terserap di dunia kerja, sementara di sisi lain, World Economic Forum (2020) memproyeksikan 65% pekerjaan masa depan membutuhkan kompetensi transdisipliner yang belum sepenuhnya terakomodasi dalam kurikulum konvensional. Kebijakan Merdeka Belajar Episode Kedelapan yang diluncurkan Kemendikbudristek (2022) sebenarnya telah merespons tantangan ini melalui program SMK Pusat Keunggulan, namun implementasinya masih menghadapi kendala struktural.

Fenomena fragmented learning menjadi masalah krusial, di mana hanya 12% Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) di SMK yang mengintegrasikan pendekatan STEM dengan humaniora (Litbang Kemendikbud, 2023). Kondisi ini diperparah oleh kolaborasi pendidikan-industri yang masih bersifat superfisial, terbatas pada program magang tanpa desain pedagogik yang holistik (Nurkholis, 2023). Data PISA 2022 yang menempatkan skala pedagogik inovatif Indonesia pada angka 3,2 dari 10 menjadi bukti nyata resistensi kultural terhadap perubahan paradigma pembelajaran.

Dalam konteks global, studi Huang et al. (2023) di lima negara ASEAN telah membuktikan efektivitas pedagogik transdisipliner dengan menunjukkan peningkatan 40% employability lulusan. Temuan ini sejalan dengan praktik terbaik di Jerman melalui Dual System yang mencapai 92% penyerapan lulusan (BIBB, 2023), maupun model Teach Less Learn More Singapura dengan tingkat penyerapan 88% (MOE Singapore, 2023). Ironisnya, sistem magang konvensional Indonesia yang hanya melibatkan 30% pembelajaran praktik masih tertinggal jauh dengan tingkat penyerapan 35,6% (BPS, 2023).

Peta Jalan Pendidikan Indonesia 2020-2035 secara tegas menyatakan bahwa transformasi pedagogik melalui kolaborasi transdisipliner bukan lagi pilihan, melainkan kebutuhan mendesak untuk mencapai visi Indonesia Emas 2045. Penelitian ini hadir untuk menjawab tiga masalah mendasar: 1) absennya model praktis pedagogik transformatif berbasis industri; 2) kurangnya evaluasi komprehensif implementasi Merdeka Belajar; dan 3) kebutuhan kerangka konseptual yang menjembatani teori pendidikan dengan praktik industri. Melalui pendekatan evidence-based, studi ini bertujuan menciptakan prototipe pedagogik yang mampu mengintegrasikan kebutuhan industri dengan pengembangan kompetensi holistik.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan literature review sistematis untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mensintesis temuan-temuan utama terkait pedagogik transformatif berbasis industri dan pendekatan transdisipliner dalam konteks implementasi Merdeka Belajar. Metode ini dipilih karena sesuai untuk menjawab rumusan masalah konseptual dan membangun kerangka teoretis berbasis bukti (Boell & Cecez-Kecmanovic, 2015).

Strategi pencarian literatur dilakukan secara terstruktur dan bertahap, mencakup database ilmiah seperti Scopus, Google Scholar, Garuda, dan kebijakan nasional, dengan kata kunci utama: “transformative pedagogy”, “transdisciplinary approach”, “vocational education”, “industry-education collaboration”, dan “Merdeka Belajar”. Rentang waktu literatur yang diseleksi adalah dari tahun 2015 hingga 2024, untuk memastikan keterkinian data sekaligus mempertimbangkan keberlanjutan teori dasar. Sebanyak 70 artikel dan dokumen kebijakan awal diidentifikasi, kemudian diseleksi secara inklusif menggunakan kriteria: (1) relevansi langsung dengan topik, (2) peer-reviewed atau bersumber dari lembaga kredibel, dan (3) memiliki kontribusi terhadap konstruksi kerangka teoritik atau praktik pendidikan vokasi.

Prosedur analisis menggunakan pendekatan thematic synthesis (Thomas & Harden, 2008), dengan tiga tahap: coding terbuka untuk menangkap tema utama, pengelompokan kategori tematik, dan penyusunan narasi sintesis berdasarkan hubungan antar tema. Validitas kajian diperkuat dengan teknik triangulasi sumber melalui perbandingan temuan dari berbagai wilayah dan model pendidikan, seperti sistem Jerman, Singapura, dan konteks lokal Indonesia. Selain itu, untuk memperkaya konteks dan relevansi praktis, digunakan juga pendekatan state-of-the-art review, dengan fokus pada dokumen kebijakan terbaru seperti Peta Jalan Pendidikan Indonesia 2020–2035 dan pedoman implementasi SMK Pusat Keunggulan dari Kemendikbudristek. Dengan demikian, metodologi ini tidak hanya menyajikan analisis teoritis, tetapi juga membangun dasar konseptual untuk rancangan prototipe PETALS.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tinjauan Literatur

1. Pedagogik Transformatif dalam Pendidikan Abad 21

Pedagogik transformatif, sebagaimana dikembangkan oleh Mezirow (2000) dalam teori Transformative Learning, memandang pembelajaran sebagai proses reflektif yang mampu mengubah cara pandang peserta didik terhadap dunia. Melalui critical self-reflection dan dialog bermakna, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan, tetapi juga mengembangkan kesadaran

kritis dan kemampuan pembelajaran mandiri (self-directed learning). Pendekatan ini relevan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan pada kemandirian, fleksibilitas, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Brookfield, 2012).

Dalam pendidikan vokasi yang menghadapi tantangan industri 4.0, pedagogik transformatif berkembang ke arah integrasi antara kompetensi teknis dan kompetensi sosial-emosional (World Economic Forum, 2020). Model pembelajaran berbasis pengalaman (experiential learning) sebagaimana dikemukakan oleh Kolb (2015) menekankan siklus konkret-reflektif sebagai dasar pengembangan kemampuan adaptif dan solutif. Selain itu, pendekatan design thinking menurut Beers (2011) relevan diterapkan untuk menumbuhkan kreativitas dan kemampuan pemecahan masalah kompleks secara iteratif dan terstruktur.

Studi Tan, Abdul Aziz, dan Jamil (2022) di Malaysia menunjukkan bahwa implementasi pedagogik transformatif dalam proyek industri pada siswa SMK meningkatkan kreativitas hingga 34%. Ini menunjukkan efektivitas pendekatan yang menekankan interaksi aktif dan refleksi dalam konteks pembelajaran vokasional. Di sisi lain, praktik pembelajaran di Indonesia masih didominasi metode konvensional. Litbang Kemendikbud (2023) mencatat bahwa 78% guru SMK masih menggunakan metode ceramah, dengan minimnya integrasi pembelajaran kolaboratif atau reflektif. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara visi pedagogik dalam kebijakan Merdeka Belajar dan realitas pelaksanaannya di tingkat satuan pendidikan.

Keteringgalan ini menegaskan urgensi transformasi pedagogik dalam pendidikan vokasi Indonesia. Pendekatan transformatif perlu diposisikan bukan hanya sebagai strategi mengajar, tetapi juga sebagai paradigma yang menempatkan siswa sebagai agen aktif pengembangan kompetensi. Melalui integrasi antara refleksi, pengalaman nyata, dan kolaborasi lintas disiplin, pedagogik transformatif dapat menjadi kunci dalam menjembatani dunia pendidikan dan kebutuhan industri secara lebih bermakna dan berkelanjutan.

2. Pendekatan Transdisipliner: Konsep dan Aplikasi

Pendekatan transdisipliner muncul sebagai respon terhadap kompleksitas permasalahan global yang tidak dapat diselesaikan melalui sudut pandang satu disiplin ilmu saja. Nicolescu (2010) mendefinisikan transdisiplinaritas sebagai pendekatan yang melampaui batas-batas disiplin untuk menciptakan pengetahuan baru yang terintegrasi dan aplikatif. Berbeda dengan pendekatan interdisipliner yang masih mempertahankan identitas masing-masing disiplin, transdisipliner berusaha membaurkan berbagai ilmu bersama aktor non-akademik, termasuk industri, untuk merumuskan solusi yang relevan dan berkelanjutan.

Dalam konteks pendidikan vokasi, pendekatan transdisipliner menjadi kunci transformasi kurikulum yang menjawab kebutuhan nyata dunia kerja. Penerapannya tidak hanya terbatas pada penggabungan pengetahuan, tetapi juga menyentuh aspek metodologi pembelajaran dan evaluasi. Tiga pilar utama pendekatan ini adalah: (1) kolaborasi lintas bidang keahlian, seperti integrasi coding dengan seni digital dalam desain produk interaktif; (2) pembelajaran berbasis proyek kompleks yang melibatkan tantangan nyata industri, seperti pengembangan produk ramah lingkungan atau smart agriculture; dan (3) sistem evaluasi portofolio yang menilai proses dan hasil pembelajaran secara holistik, sebagaimana didorong oleh inisiatif OECD melalui Future of Education and Skills 2030 (OECD, 2021). Tabel 1 berikut menjelaskan posisi pendekatan transdisipliner dibandingkan model pembelajaran lain:

TABEL 1. PENDEKATAN TRANSDISIPLINER

Model	Ciri Utama	Kelemahan	Contoh Implementasi
Disipliner	Fokus satu bidang ilmu	Kaku, kurang kontekstual	Pelajaran teori akuntansi
Interdisipliner	Gabungkan dua atau lebih disiplin	Masih ada sekat antar ilmu	Fisika + Matematika dalam analisis gerak
Transdisipliner	Lintas batas ilmu dan aktor non-akademik	Butuh kolaborasi intensif	Proyek <i>smart farming</i> (IoT + biologi + ekonomi)

Keunggulan pendekatan transdisipliner juga dibuktikan secara empiris. Studi oleh Yusuf, Rakhmat, dan Dewi (2023) di SMK Negeri 2 Surabaya mengungkapkan bahwa integrasi pembelajaran proyek berbasis industri dengan pendekatan transdisipliner dalam bidang automation system bersama PT Telkom meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa sebesar 28%. Hal ini menunjukkan bahwa keterlibatan langsung dunia industri dalam desain dan pelaksanaan pembelajaran memiliki pengaruh signifikan terhadap pencapaian kompetensi abad ke-21, terutama problem solving, kolaborasi, dan kreativitas.

Selain itu, pendekatan transdisipliner memperluas cakupan pembelajaran ke aspek sosial dan etika dalam pengambilan keputusan teknologi. Keterlibatan siswa dalam proyek-proyek lintas sektor mendorong pemahaman terhadap dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan dari solusi yang mereka ciptakan. Ini sejalan dengan tuntutan sistem kerja masa depan yang tidak hanya mengandalkan keahlian teknis, tetapi juga kemampuan berpikir sistemik dan komunikasi lintas bidang (Schwab & Zahidi, 2020).

Dengan demikian, pendekatan transdisipliner tidak hanya memperkaya pengalaman belajar peserta didik, tetapi juga menjadi strategi strategis dalam menyelaraskan pendidikan vokasi dengan dinamika industri yang terus berubah. Pengintegrasian prinsip transdisipliner ke dalam pedagogik transformatif dapat mempercepat terwujudnya sistem pembelajaran Merdeka Belajar yang kontekstual, relevan, dan berkelanjutan.

3. Kolaborasi Pendidikan-Industri: Model dan Tantangan

Transformasi pendidikan vokasi menuju pedagogik transformatif tidak dapat dilepaskan dari penguatan kolaborasi antara institusi pendidikan dan sektor industri. Pendekatan ini secara konseptual difasilitasi oleh kerangka Triple Helix yang dikemukakan oleh Etzkowitz (2008), yang menekankan pentingnya sinergi antara tiga aktor utama: akademisi, industri, dan pemerintah. Dalam konteks pendidikan Indonesia, kerangka ini diadopsi melalui berbagai inisiatif strategis, seperti program Teaching Factory, sertifikasi kompetensi berbasis industri yang difasilitasi oleh Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP), serta program magang bersertifikat atau apprenticeship (Kemendikbudristek, 2022; BNSP, 2023).

Program Teaching Factory (Tefa), misalnya, bertujuan membentuk ekosistem pembelajaran berbasis produksi nyata di lingkungan sekolah, di mana siswa tidak hanya belajar membuat produk, tetapi juga terlibat dalam proses manajemen, pemasaran, hingga pelayanan konsumen. Demikian pula, skema sertifikasi kompetensi berbasis standar industri dirancang untuk menjamin bahwa lulusan memiliki kapabilitas sesuai kebutuhan dunia kerja. Program magang bersertifikat bahkan melibatkan perusahaan mitra untuk memberikan pengalaman kerja langsung sekaligus pengakuan kompetensi formal, yang memperkuat daya saing lulusan di pasar tenaga kerja.

Namun, efektivitas program-program tersebut masih menghadapi sejumlah kendala struktural dan kultural. Nurkholis (2023), dalam penelitiannya mengenai kolaborasi SMK dan industri di Jawa Tengah, mengidentifikasi tiga tantangan krusial. Pertama, terjadi asimetri informasi antara dunia pendidikan dan industri, di mana pihak industri belum sepenuhnya memahami struktur dan capaian pembelajaran yang ditetapkan oleh kurikulum SMK. Hal ini menyebabkan pelaksanaan kerja sama seringkali bersifat simbolik atau tidak tepat sasaran. Kedua, regulasi yang kaku dan prosedur birokrasi yang panjang menghambat fleksibilitas kurikulum dan waktu belajar, terutama saat integrasi pembelajaran praktik di luar sekolah.

Ketiga, kesenjangan teknologi antara SMK dan dunia industri menjadi penghambat utama kolaborasi bermakna. Data menunjukkan bahwa 47% SMK di Indonesia belum memiliki perangkat digital dan infrastruktur yang memadai untuk mendukung pembelajaran berbasis industri 4.0 (Litbang Kemendikbud, 2023). Akibatnya, siswa mengalami kesenjangan antara keterampilan yang diajarkan di sekolah dengan kompetensi yang dibutuhkan oleh industri, terutama dalam bidang teknologi otomasi, data analitik, dan perangkat lunak manufaktur.

Dalam konteks ini, kolaborasi pendidikan-industri tidak cukup hanya berbentuk kerja sama formal. Diperlukan model keterlibatan bersama yang bersifat co-design dan co-delivery, di mana kurikulum, metode pembelajaran, dan sistem evaluasi dikembangkan secara kolaboratif antara pihak sekolah, industri, dan pemerintah daerah. Seperti dicontohkan oleh model Dual System di Jerman (BIBB, 2023), keterlibatan industri secara intensif dalam proses pembelajaran mampu menjembatani kesenjangan antara dunia pendidikan dan dunia kerja, serta meningkatkan penyerapan lulusan hingga 92%.

Dengan demikian, kolaborasi pendidikan-industri menjadi pilar penting dalam implementasi pedagogik transformatif berbasis industri. Keberhasilan pendekatan ini sangat bergantung pada keterbukaan komunikasi antar-aktor, reformasi kebijakan pendidikan vokasi, serta investasi dalam infrastruktur digital yang inklusif dan berkelanjutan.

4. Sintesis dan Kerangka Konseptual

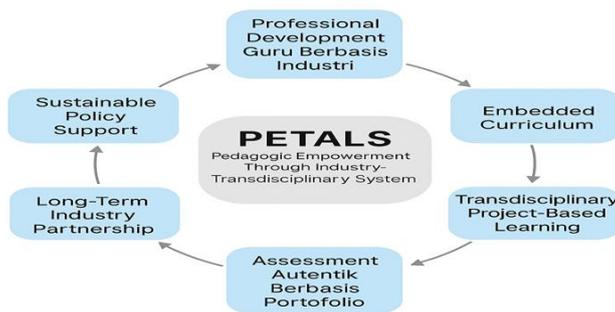
Merujuk pada keseluruhan temuan dari tinjauan literatur sebelumnya, tampak jelas bahwa integrasi pedagogik transformatif, pendekatan transdisipliner, serta kolaborasi pendidikan-industri merupakan tiga pilar utama yang saling menopang dalam transformasi pendidikan vokasi abad ke-21. Namun, implementasi ketiganya secara terpadu masih minim dalam konteks Indonesia, baik karena keterbatasan model yang aplikatif maupun fragmentasi kebijakan antar-stakeholder. Untuk menjembatani kesenjangan tersebut, penelitian ini mengusulkan sebuah kerangka konseptual bernama PETALS (Pedagogic Empowerment Through Industry-Linked Transdisciplinary System) sebagai sintesis dari kajian literatur dan studi kasus internasional.

Kerangka PETALS terdiri dari enam komponen kunci. Pertama, professional development guru berbasis industri, yang menekankan pentingnya peningkatan kompetensi pendidik tidak hanya dalam aspek pedagogis tetapi juga teknologi dan praktik industri terkini (Tan et al., 2022). Kedua, embedded curriculum, yaitu kurikulum yang dirancang berbasis kebutuhan dunia usaha dan dunia industri (DUDI), dengan melibatkan pelaku industri secara aktif dalam proses perencanaan dan evaluasi pembelajaran (OECD, 2021).

Ketiga, transdisciplinary project-based learning, sebuah pendekatan pembelajaran berbasis proyek lintas bidang yang menstimulasi kemampuan berpikir sistemik dan problem solving siswa, sebagaimana diterapkan dalam model TeachLess LearnMore Singapura dan Dual System Jerman (MOE Singapore, 2023; BIBB, 2023). Keempat, assessment autentik berbasis portofolio, sebagai bentuk evaluasi berbasis kinerja nyata yang mencerminkan kompetensi aktual siswa dalam konteks dunia kerja (Kolb, 2015; Yusuf et al., 2023).

Kelima, long-term industry partnership, yang memfokuskan pada pengembangan kemitraan jangka panjang dan tidak bersifat insidental. Hal ini dapat berupa program co-teaching, mentoring industri, maupun proyek bersama yang berkelanjutan. Keenam, sustainable policy support, yaitu dukungan kebijakan yang konsisten dan adaptif, baik dari pemerintah pusat maupun daerah, yang menjamin kesinambungan program dan alokasi sumber daya secara adil (Etzkowitz, 2008; Kemendikbudristek, 2022).

Secara keseluruhan, PETALS merupakan respons konseptual terhadap minimnya integrasi antara teori pedagogik transformatif dan realitas implementatif di satuan pendidikan vokasi. Dengan mendasarkan diri pada prinsip empowerment, kolaborasi, dan kontekstualisasi, model ini tidak hanya menyelaraskan pendidikan dengan tuntutan industri masa depan, tetapi juga mendorong reformasi struktural dalam sistem pendidikan nasional menuju visi Indonesia Emas 2045. Visualisasi kerangka ini disajikan dalam Gambar 1 untuk memperlihatkan hubungan antar komponen dan alur integrasinya secara sistemik.



Gambar 1. Alur dan Integrasi PETALS

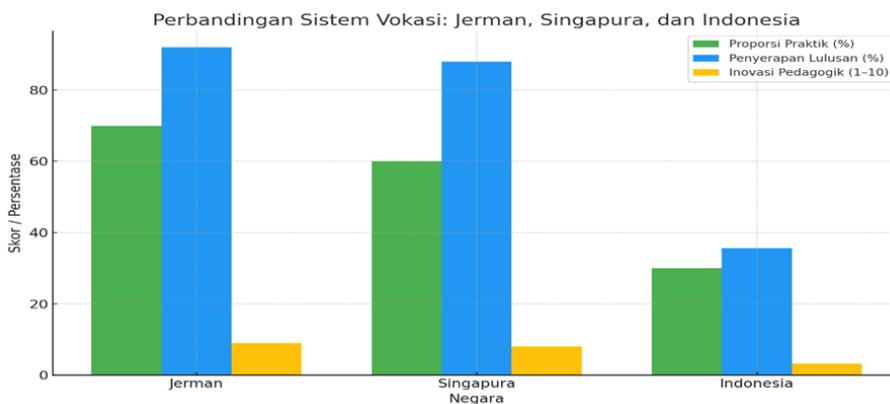
B. Pembahasan Hasil

1. Rekonstruksi Konseptual Pedagogik Transformatif dalam Konteks Vokasi

Rekonstruksi pedagogik transformatif dalam pendidikan vokasi berangkat dari integrasi tiga pendekatan: transformative learning, experiential learning, dan design thinking. Ketiganya merepresentasikan pergeseran dari pembelajaran berbasis transfer informasi menuju proses yang reflektif, iteratif, dan berorientasi pada pemecahan masalah nyata.

- 1) Mezirow (2000) menekankan refleksi kritis sebagai landasan perubahan persepsi siswa.
- 2) Kolb (2015) mengusulkan siklus konkret-reflektif sebagai dasar pengembangan pembelajaran adaptif.
- 3) Beers (2011) menekankan desain berpikir sebagai metode sistematis dalam pemecahan masalah kompleks.

Ketiga pendekatan ini dapat diorkestrasi dalam desain pembelajaran berbasis industri yang nyata dan kontekstual, seperti Teaching Factory dan project-based learning berbasis tantangan dunia usaha dan dunia industri (DUDI). Suwandi et al. (2023) menunjukkan bahwa pendekatan TEFA berbasis unit produksi secara signifikan meningkatkan kompetensi kewirausahaan siswa SMK, terutama ketika integrasi praktik dan pengelolaan dilakukan dalam lingkungan industri mini di sekolah. Temuan ini memperkuat relevansi prinsip authentic assessment dan experiential learning dalam kerangka PETALS.



Gambar 2. Perbandingan Sistem Vokasi

Model vokasi negara seperti Jerman dan Singapura menunjukkan keberhasilan dalam menanamkan prinsip transformatif melalui integrasi industri secara intensif. Model Dual System Jerman dan pendekatan Teach Less Learn More di Singapura mampu mendorong penyerapan lulusan di atas 85%. Sebaliknya, di Indonesia, meskipun pendekatan Merdeka Belajar dan Teaching Factory telah digulirkan, efektivitasnya belum merata. Salah satu kendala utama terletak pada keterlibatan industri yang masih minim dan simbolik. Sobari et al. (2023) menemukan bahwa di banyak SMK, keterlibatan industri dalam penyusunan kurikulum masih bersifat seremonial dan belum menyentuh tahap co-design. Hal ini memperlemah efektivitas kurikulum dalam menciptakan kesiapan kerja yang sebenarnya. Dari sintesis teori dan praktik, model pembelajaran berikut menjadi sangat relevan.

TABEL 2. MODEL PEMBELAJARAN

Model Pembelajaran	Kelebihan	Kesesuaian dengan Industri 4.0
Project-Based Learning (PBL)	Menumbuhkan kolaborasi	Sangat sesuai dengan pendekatan inovatif industri
Work-Integrated Learning (WIL)	Memberi pengalaman kerja nyata	Jembatan langsung ke lingkungan industri
Teaching Factory (TEFA)	Integrasi produksi nyata di sekolah	Relevan dengan budaya kerja industri manufaktur
Design Thinking Approach	Fokus pada problem solving dan iterasi ide	Dibutuhkan dalam desain produk dan inovasi

Model seperti Teaching Factory juga telah terbukti efektif dalam konteks Indonesia, sebagaimana dikemukakan oleh Suwandi et al. (2023). Implementasi TEFA berbasis unit produksi tidak hanya menumbuhkan keterampilan teknis, tetapi juga manajerial dan kewirausahaan siswa SMK di Bandung.

2. Efektivitas Pendekatan Transdisipliner dalam Pendidikan Kejuruan

Studi komparatif yang dilakukan oleh Huang et al. (2023) di lima negara ASEAN menunjukkan bahwa implementasi pendekatan transdisipliner dalam pendidikan kejuruan mampu meningkatkan employability lulusan hingga 40%. Studi tersebut menyoroti keberhasilan integrasi kurikulum yang berbasis proyek lintas disiplin, kolaborasi dengan industri, dan sistem evaluasi berbasis portofolio.

Model Dual System Jerman, yang memadukan pembelajaran di sekolah dengan praktik kerja di industri secara simultan, telah lama diakui sebagai model paling efektif dalam menyelaraskan kebutuhan pendidikan dan dunia kerja. BIBB (2023) melaporkan tingkat penyerapan lulusan hingga 92% dengan kemampuan adaptasi terhadap revolusi industri digital yang tinggi. Sementara itu, pendekatan Teach Less Learn More di Singapura telah menghasilkan sistem pembelajaran yang fleksibel, berbasis masalah, dan terhubung langsung dengan tantangan sosial dan industri lokal, menghasilkan tingkat penyerapan lulusan sebesar 88% (MOE Singapore, 2023).

Sebaliknya, di Indonesia, efektivitas pendekatan transdisipliner masih menghadapi tantangan besar. Meski kebijakan Merdeka Belajar mendorong fleksibilitas kurikulum, kenyataannya, Litbang Kemendikbud (2023) mencatat bahwa hanya 12% RPP di SMK yang menggabungkan pendekatan lintas disiplin (misalnya STEM dan humaniora). Hal ini menunjukkan bahwa adopsi transdisipliner masih belum menjadi bagian inheren dalam desain pembelajaran kejuruan.

Pendekatan transdisipliner terbukti berdampak positif pada penguatan soft skills dan employability siswa. Dengan menggabungkan berbagai disiplin dalam satu konteks nyata, siswa didorong untuk berpikir sistemik, berkolaborasi, dan memecahkan masalah secara inovatif. Sebagai contoh, Yusuf et al. (2023) mengamati bahwa integrasi sistem otomasi industri melalui pembelajaran proyek berbasis transdisipliner bersama PT Telkom mampu meningkatkan kemampuan problem solving siswa sebesar 28% di SMK Negeri 2 Surabaya. Pendekatan ini mendorong siswa untuk tidak hanya memahami satu bidang, tetapi juga mengelola informasi dari berbagai perspektif (misalnya teknologi, ekonomi, dan ekologi) dalam satu proyek terpadu. Hal yang sama dilaporkan oleh Suwandi et al. (2023) dalam konteks Teaching Factory berbasis unit produksi di SMK Kepariwisata Bandung. Penerapan prinsip transdisipliner dalam konteks TEFA terbukti mampu meningkatkan kreativitas dan kemandirian siswa dalam mengelola produk dan jasa secara profesional. Ini menunjukkan bahwa penguatan keterampilan lintas disiplin tidak hanya meningkatkan kesiapan kerja, tetapi juga potensi kewirausahaan siswa.

Meskipun manfaat pendekatan transdisipliner telah banyak terbukti, adopsinya di tingkat kelembagaan masih terbentur oleh sejumlah faktor struktural. Studi oleh Sobari et al. (2023) menunjukkan bahwa salah satu hambatan utama adalah kurangnya kemitraan jangka panjang antara SMK dan industri. Kolaborasi sering bersifat proyek jangka pendek, tidak berkelanjutan, dan minim refleksi pedagogis. Di sisi lain, belum semua guru memiliki kompetensi lintas disiplin atau pelatihan yang memadai untuk mengelola proyek-proyek berbasis transdisipliner. Tan et al. (2022) mencatat bahwa pengembangan profesional guru yang berbasis industri dan lintas bidang masih sangat terbatas di Indonesia. Ini menyebabkan guru cenderung kembali pada metode konvensional dan menghindari pendekatan pembelajaran yang kompleks. Selain itu, sistem evaluasi yang masih dominan berbasis tes tertulis menyebabkan pendekatan transdisipliner sulit berkembang. Evaluasi portofolio atau kinerja autentik belum diterapkan secara luas. Dukungan regulasi dan kebijakan juga masih bersifat sektoral dan belum mendorong keterpaduan lintas kementerian (sekolah–industri–daerah).

3. Model Kolaborasi Pendidikan–Industri yang Berkelanjutan

Model kolaborasi pendidikan–industri di Indonesia telah mengalami berbagai inovasi, namun belum seluruhnya menunjukkan efektivitas yang konsisten. Tiga pendekatan utama yang paling sering diterapkan di SMK adalah Teaching Factory (TEFA), program magang (apprenticeship), dan sertifikasi kompetensi industri. Teaching Factory (TEFA) sendiri merupakan pendekatan yang mengintegrasikan proses pembelajaran dengan kegiatan produksi nyata di sekolah. Model ini menempatkan siswa sebagai pelaku langsung dalam proses produksi, pemasaran, dan pelayanan konsumen. Dalam praktiknya, Suwandi et al. (2023) mencatat bahwa TEFA berbasis unit produksi mampu meningkatkan kompetensi kewirausahaan siswa secara signifikan, khususnya di bidang jasa dan pariwisata. Namun, TEFA seringkali terbatas pada bidang tertentu dan sangat bergantung pada keberadaan fasilitas produksi yang memadai.

Program magang masih menjadi bentuk kolaborasi paling umum, namun kualitasnya sangat bervariasi. Nurkholis (2023) menunjukkan bahwa hanya 30% pembelajaran praktik selama magang benar-benar relevan dengan kompetensi inti SMK. Banyak siswa ditempatkan di perusahaan hanya untuk pekerjaan administratif atau bersifat observatif, tanpa rancangan pedagogik yang jelas. Hal ini juga ditegaskan oleh hasil penelitian Universitas Ahmad Dahlan (2022) yang menyebut bahwa meskipun SMK telah melakukan update kurikulum dan menyelenggarakan magang industri, keterbatasan sarana bengkel kerja dan peralatan praktik tetap menjadi hambatan dalam mengoptimalkan kolaborasi pendidikan dan industri.

Sementara itu, sertifikasi industri yang difasilitasi oleh BNSP telah menjadi bagian penting dalam proses validasi kompetensi lulusan SMK. Namun, implementasinya menghadapi kendala keterbatasan asesor, infrastruktur uji kompetensi, dan sinergi antara standar industri dan kurikulum sekolah. Sobari et al. (2023) mengungkapkan bahwa banyak lulusan SMK tidak dapat mengikuti uji kompetensi karena keterbatasan kuota atau akses geografis. Keberhasilan kolaborasi pendidikan–industri bergantung pada sejumlah faktor kunci seperti berikut.

TABEL 3. FAKTOR KUNCI PENDIDIKAN -INDUSTRI

Faktor	Dampak terhadap Kolaborasi
✓ Keterlibatan aktif industri dalam desain kurikulum	Memastikan keselarasan kompetensi lulusan dengan kebutuhan pasar
✓ Pelatihan guru bersama industri (co-training)	Meningkatkan kapasitas pedagogik dan teknis guru
✓ Kemitraan jangka panjang berbasis kebutuhan local	Mendorong keberlanjutan dan saling percaya antara sekolah dan industri
✗ Regulasi birokratis dan tidak fleksibel	Menghambat adaptasi kurikulum dan waktu belajar praktik
✗ Keterbatasan infrastruktur sekolah	Membatasi implementasi TEFA atau uji kompetensi secara optimal
✗ Asimetri informasi antara industri dan sekolah	Menyebabkan ketidaksesuaian harapan dan hasil pelatihan

Impian (2023) menyebutkan bahwa keberhasilan model kolaborasi hanya dapat dicapai bila kerja sama dilakukan secara menyeluruh: mulai dari perumusan kurikulum bersama, pelaksanaan magang berbasis kompetensi, hingga jaminan rekrutmen lulusan. Kolaborasi simbolik atau seremoni tanpa substansi hanya memperkuat ketimpangan antara sekolah dan dunia kerja.

Framework Triple Helix yang dikembangkan oleh Etzkowitz (2008) menekankan sinergi antara akademisi, industri, dan pemerintah dalam mendorong inovasi dan pertumbuhan berkelanjutan. Dalam konteks pendidikan vokasi, model ini dapat menjadi acuan dalam membangun ekosistem pembelajaran yang relevan dengan dinamika industri. Beberapa inisiatif seperti SMK Pusat Keunggulan, Teaching Factory nasional, dan sertifikasi BNSP sesungguhnya telah mengarah pada pola Triple Helix. Namun, implementasinya masih sporadis dan belum terlembaga secara sistemik. Agar Triple Helix dapat diterapkan secara adaptif di Indonesia, diperlukan: 1) Desentralisasi pengambilan keputusan agar pemerintah daerah lebih leluasa berinovasi dalam membangun kemitraan local; 2) Platform digital kolaboratif yang menghubungkan sekolah, industri, dan regulator dalam pengembangan kurikulum, monitoring magang, dan validasi kompetensi; 3) Insentif kebijakan fiskal dan non-fiskal untuk industri yang aktif terlibat dalam pendidikan (misalnya insentif pajak, pengakuan CSR pendidikan). Sebagaimana dikemukakan oleh Yusuf et al. (2023), kolaborasi transdisipliner yang difasilitasi oleh keterlibatan industri sejak tahap desain pembelajaran hingga evaluasi menghasilkan dampak lebih signifikan terhadap kesiapan kerja siswa dibandingkan pendekatan sepihak.

4. **Kontribusi dan Validasi Kerangka PETALS**

Kerangka PETALS (Pedagogic Empowerment Through Industry-Linked Transdisciplinary System) dirancang sebagai respons terhadap kesenjangan antara diskursus konseptual pedagogik transformatif dan realitas operasional pembelajaran di SMK Indonesia. Selama ini, teori-teori seperti transformative learning, experiential learning, dan design thinking telah banyak dijadikan dasar dalam dokumen kebijakan, namun jarang terimplementasi secara utuh di ruang kelas vokasi. PETALS hadir untuk mengisi ruang kosong tersebut melalui enam komponen integratif: 1) Professional development guru berbasis industry; 2) Embedded curriculum hasil co-design bersama DUDI; 3) Transdisciplinary project-based learning; 4) Authentic assessment berbasis portofolio nyata; 5) Kemitraan industri jangka Panjang; 6) Dukungan kebijakan yang berkelanjutan dan kontekstual. Tidak seperti pendekatan konseptual lain yang bersifat top-down, PETALS bersifat modular dan adaptif. Model ini memungkinkan satuan pendidikan vokasi untuk mengimplementasikan sebagian atau seluruh komponennya sesuai dengan kesiapan sumber daya, profil industri mitra, dan konteks lokal masing-masing.

Untuk menguji kelayakan konseptual PETALS, dilakukan simulasi penerapan model ini pada SMK Negeri 1 Cikarang, sebuah sekolah kejuruan dengan fokus pada manufaktur digital dan otomasi industri. Simulasi berbasis skenario ini memetakan bagaimana enam komponen PETALS dapat diterapkan secara sistematis:

TABEL 4. KOMPONEN PETALS

Komponen PETALS	Implementasi Simulatif
Professional Development	Guru mengikuti pelatihan tahunan dari PT Astra dan Polman Bandung tentang mesin CNC berbasis IoT
Embedded Curriculum	Kurikulum dirancang bersama PT Yamaha Parts dengan fokus pada otomasi dan maintenance digital
Project-Based Learning	Siswa membuat prototipe sistem kendali otomatis berbasis Arduino untuk lini produksi mini
Authentic Assessment	Portofolio proyek disusun, dipresentasikan ke tim industri, dan dikomentari langsung
Industry Partnership	PT XYZ menjadi mitra tetap selama 5 tahun dalam co-teaching, mentoring, dan perekrutan
Policy Support	Dinas Pendidikan Kabupaten memberikan dukungan insentif untuk setiap mitra industri yang terlibat aktif

Hasil simulasi menunjukkan bahwa PETALS mampu menyatukan berbagai unsur penting dalam pendidikan vokasi ke dalam satu sistem yang kohesif, kontekstual, dan mudah direplikasi. Kerangka PETALS juga memperoleh validasi tidak langsung melalui konvergensi prinsip-prinsipnya dengan studi-studi kasus internasional dan lokal:

- 1) Model Dual System Jerman mengonfirmasi pentingnya keterlibatan industri sejak tahap perencanaan hingga evaluasi (BIBB, 2023), sejalan dengan pilar embedded curriculum dan partnership PETALS.

- 2) Teach Less Learn More di Singapura menegaskan perlunya pembelajaran reflektif dan kolaboratif berbasis proyek, seperti dalam pendekatan transdisciplinary PjBL PETALS (MOE Singapore, 2023).
- 3) Yusuf et al. (2023) dalam studi di SMK Surabaya membuktikan bahwa proyek otomasi industri berbasis mitra kerja meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kepercayaan diri siswa.
- 4) Suwandi et al. (2023) mencatat bahwa pendekatan TEFA berbasis unit produksi di SMK Kepariwisata Bandung dapat dijadikan prototipe nasional untuk penguatan authentic assessment PETALS.
- 5) Impian (2023) menyarankan perlunya integrasi model berbasis co-design dan jaminan rekrutmen untuk keberlanjutan kolaborasi, mendukung elemen long-term industry partnership.

Validasi literatur ini menunjukkan bahwa meskipun PETALS merupakan konstruksi baru, komponennya telah terbukti efektif secara terpisah dalam berbagai konteks. PETALS menyatukan komponen-komponen tersebut dalam satu kerangka terpadu yang menjembatani teori dan praktik, serta menjawab kebutuhan dunia vokasi era industri 4.0 secara sistemik dan adaptif.

5. Implikasi Teoritis dan Praktis

Kerangka PETALS memberikan kontribusi teoritis penting bagi pengembangan pedagogik vokasional, khususnya dalam menjawab tantangan revolusi industri 4.0 dan society 5.0. Dalam literatur pendidikan vokasi, selama ini pendekatan dominan masih bersifat segmental: antara teori transformasi pembelajaran (Mezirow), praktik berbasis pengalaman (Kolb), dan inovasi desain (Beers). PETALS mengintegrasikan ketiganya dalam satu model sistemik yang dapat diterapkan secara modular. Dengan demikian, PETALS dapat diposisikan sebagai model pedagogik vokasional integratif yang menekankan: (1) transdisipliner sebagai strategi desain kurikulum, (2) kolaborasi industri sebagai medium pembelajaran, (3) Penilaian otentik sebagai pengganti model evaluasi konvensional. Implikasi teoritis lainnya adalah bahwa PETALS membuka ruang untuk redefinisi “kesiapan kerja” (employability) tidak hanya sebagai penguasaan keterampilan teknis, tetapi juga kompetensi reflektif, kolaboratif, dan kreatif yang menjadi ciri khas pekerja masa depan.

Bagi Kemendikbudristek, PETALS dapat menjadi referensi dalam penguatan kebijakan kurikulum vokasi berbasis industri, khususnya dalam program SMK Pusat Keunggulan. Pendekatan ini mendorong transisi dari model pengajaran berbasis standar minimal ke model yang adaptif terhadap kebutuhan industri yang terus berubah. Kemendikbudristek dapat mengadopsi PETALS sebagai kerangka kerja kebijakan lintas direktorat, termasuk Direktorat Vokasi, GTK, dan PMPTK.

Bagi dunia usaha dan dunia industri (DUDI), PETALS memberi insentif partisipatif dalam pendidikan, bukan hanya sebagai tempat magang, tetapi juga sebagai co-designer dan co-mentor. Dengan dukungan kebijakan seperti insentif fiskal dan CSR pendidikan, industri dapat mengambil peran strategis dalam regenerasi tenaga kerja nasional. Ini sejalan dengan temuan Rahmawati dan Subakti (2021) yang menunjukkan bahwa kolaborasi dalam penyusunan kurikulum adaptif di SMK mampu memperkuat relevansi kompetensi lulusan terhadap kebutuhan lokal.

Untuk lembaga pelatihan guru, PETALS menggarisbawahi pentingnya desain pelatihan berbasis praktik industri dan kurikulum transdisipliner. Pelatihan guru tidak lagi cukup berbasis pedagogik umum, melainkan harus menggabungkan literasi digital, praktik lapangan industri, dan kemampuan fasilitasi proyek lintas disiplin. Studi oleh Hasanah dan Prasetyo (2022) mendukung hal ini, menunjukkan bahwa pelatihan guru berbasis Teaching Factory dan co-training bersama industri meningkatkan kemampuan guru dalam menerapkan pembelajaran kolaboratif dan kontekstual secara signifikan. Sebagai langkah lanjutan dari validasi awal, penelitian ini merekomendasikan pengembangan prototipe kurikulum vokasi berbasis PETALS dalam bentuk:

- 1) Dokumen kurikulum terintegrasi dengan skema co-design bersama industri mitra, termasuk struktur mata pelajaran lintas bidang (misal: Otomasi + Akuntansi Digital).
- 2) Modul pembelajaran proyek berbasis tantangan industri riil yang mencerminkan logika kerja dunia nyata.
- 3) Panduan asesmen otentik, berbasis portofolio proyek dan penilaian kinerja dari pihak industri.
- 4) Skema pelatihan guru vokasi berbasis kolaborasi dengan Lembaga Sertifikasi Profesi dan Balai Latihan Kerja (BLK).
- 5) Platform digital PETALS sebagai alat bantu desain kurikulum, kolaborasi industri, dan pelacakan capaian siswa.

Prototipe ini diusulkan untuk diimplementasikan secara pilot di minimal lima SMK lintas sektor (manufaktur, pariwisata, pertanian, otomotif, dan teknologi informasi), sebagai dasar penyusunan kebijakan nasional jangka panjang dalam pengembangan pendidikan vokasi berbasis kolaboratif dan transformatif.

IV. SIMPULAN

Studi literatur yang dianalisis menekankan bahwa implementasi kebijakan Merdeka Belajar di sekolah vokasi Indonesia menghadapi berbagai hambatan yang kompleks dan saling terkait. Salah satu hambatan utamanya ialah belum terwujudnya integrasi penuh antara kebutuhan dunia kerja dengan struktur kurikulum sekolah. Kajian tersebut mengungkapkan bahwa hanya sekitar 12% dari Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) di tingkat SMK yang benar-benar memadukan pendekatan STEM dengan nilai-nilai humaniora, sehingga pengalaman belajar peserta didik cenderung terpisah-pisah dan belum menyentuh kebutuhan holistik yang dibutuhkan dalam konteks kerja nyata. Bahkan, data BPS (2023) mengungkapkan bahwa sekitar 35,6% lulusan vokasi belum dapat terserap dengan baik oleh pasar kerja, yang menandakan bahwa kebijakan Merdeka Belajar belum sepenuhnya menjembatani kebutuhan tersebut.

Sejalan dengan itu, literatur juga menekankan urgensi penerapan pedagogik transformatif berbasis industri. Model ini memungkinkan peserta didik untuk tidak hanya menerima pengetahuan dari guru, tetapi juga aktif berefleksi dan mengaitkan pengalaman belajar dengan kebutuhan dan nilai kerja di lapangan. Berbagai studi, termasuk dari Mezirow (2000) dan Kolb (2015), menggarisbawahi bahwa pembelajaran yang bermakna tumbuh dari proses reflektif dan eksperimental, sedangkan Beers (2011) menekankan nilai design thinking dalam mengasah kemampuan adaptasi peserta didik. Bahkan, contoh dari Malaysia (Tan et al., 2022) memperlihatkan bahwa proyek belajar dengan pelibatan aktif dari pelaku industri dapat meningkatkan daya cipta dan kemandirian peserta didik hingga 34%.

Relevansi pendekatan transdisipliner juga terlihat jelas dari berbagai penelitian. Model ini terbukti efektif dalam menghapus sekat-sekat antarbidang dengan mengutamakan kerja kolaborasi berbagai disiplin dan aktor terkait. Beberapa studi, termasuk dari Huang et al. (2023) dan Yusuf et al. (2023), menunjukkan bahwa penerapan proyek transdisipliner dapat meningkatkan kemampuan problem solving dan employability peserta didik secara signifikan.

Temuan ini bermuara pada kebutuhan sebuah model konseptual integratif, yang dijumpai oleh kerangka PETALS (Pedagogic Empowerment Through Industry-Linked Transdisciplinary System). Model ini menawarkan enam pilar penguatan ekosistem vokasi, mulai dari pelatihan guru berbasis kebutuhan industri, desain kurikulum bersama pelaku usaha, pembelajaran berbasis proyek lintas disiplin, hingga asesmen autentik yang dapat mengukur kemampuan kerja peserta didik secara menyeluruh. Simulasi penerapan PETALS di SMK Negeri 1 Cikarang juga membuktikan bahwa integrasi ini berdampak positif bagi relevansi kurikulum dan daya saing peserta didik, khususnya dalam menghadapi kebutuhan kerja yang terus berubah menjelang Indonesia Emas 2045.

V. REFERENSI

- Badan Pusat Statistik. (2023). *Penyerapan lulusan pendidikan vokasi di pasar kerja 2023*. <https://www.bps.go.id>
- Beers, S. Z. (2011). *21st Century Skills: Preparing Students for THEIR Future*. STEM Education Publishing.
- BIBB. (2023). *The German Dual VET System: A success story*. Federal Institute for Vocational Education and Training. <https://www.bibb.de>
- BNSP. (2023). *Sertifikasi Kompetensi Berbasis Industri*. Badan Nasional Sertifikasi Profesi. <https://www.bnsp.go.id>
- Boell, S. K., & Cecez-Kecmanovic, D. (2015). On being 'systematic' in literature reviews in IS. *Journal of Information Technology*, 30(2), 161–173. <https://doi.org/10.1057/jit.2014.26>
- Brookfield, S. D. (2012). *Teaching for critical thinking: Tools and techniques to help students question their assumptions*. Jossey-Bass.
- Etzkowitz, H. (2008). *The Triple Helix: University–Industry–Government Innovation in Action*. London: Routledge.
- Federal Institute for Vocational Education and Training. (2023). *The German dual VET system*. <https://www.bibb.de>
- Hasanah, N., & Prasetyo, E. (2022). *Kemitraan pelatihan guru vokasi berbasis Teaching Factory di SMK*. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Indonesia*, 9(2), 115–124. <https://doi.org/10.25077/jptki.v9i2.4581>
- Huang, L., Wong, Y. C., & Tan, C. Y. (2023). *Transdisciplinary pedagogy in ASEAN vocational education*. *Journal of Vocational Education Studies*, 15(2), 45-67.
- Huang, Y., Tan, S., & Rani, S. (2023). *Transdisciplinary approaches to vocational education in Southeast Asia: Lessons from five countries*. *ASEAN Journal of Education*, 8(1), 45–63.
- Impian. (2023). *Mengobati krisis kolaborasi pada pendidikan vokasi dengan Merdeka Belajar*. *Jurnal Impian Pendidikan Vokasi*, 3(1). <https://jurnal.fkip.unmul.ac.id/index.php/impian/article/view/4729>
- Kemendikbudristek. (2022). *Pedoman Program Teaching Factory*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Kemendikbudristek. (2022). *Pedoman SMK Pusat Keunggulan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2020). *Peta Jalan Pendidikan Indonesia 2020–2035*. Jakarta: Kemdikbud.
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). Pearson Education.
- Litbang Kemendikbud. (2023). *Laporan Integrasi Kurikulum dan Pendekatan STEM di SMK Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kemendikbudristek.
- Litbang Kemendikbud. (2023). *Laporan Nasional Profil Pembelajaran di SMK Indonesia*. Jakarta: Kemendikbudristek.

- Litbang Kemendikbud. (2023). *Peta Digitalisasi SMK di Indonesia*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan.
- Mezirow, J. (2000). *Learning as transformation: Critical perspectives on a theory in progress*. Jossey-Bass.
- Ministry of Education Singapore. (2023). *TeachLess LearnMore initiative annual report*. <https://www.moe.gov.sg>
- MOE Singapore. (2023). *Teach Less, Learn More: Policy brief and outcomes*. Ministry of Education Singapore. <https://www.moe.gov.sg>
- Nicolescu, B. (2010). *Methodology of Transdisciplinarity – Levels of Reality, Logic of the Included Middle and Complexity*. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, 1(1), 19–38.
- Nurkholis, A. (2023). Analisis kolaborasi industri-SMK di Jawa Tengah. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 12(1), 23–40.
- OECD. (2021). *Future of Education and Skills 2030: Curriculum analysis*. Organisation for Economic Co-operation and Development. Retrieved from <https://www.oecd.org>
- Rahmawati, D., & Subakti, M. (2021). *Sinergi sekolah dan industri dalam menyusun kurikulum vokasi adaptif*. *Jurnal Pendidikan dan Pengembangan Kompetensi*, 6(1), 42–55. <https://doi.org/10.32585/jppk.v6i1.3297>
- Schwab, K., & Zahidi, S. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum. Retrieved from <https://www.weforum.org>
- Sobari, M., Wahyudin, D., & Dewi, L. (2023). *Keterlibatan industri dalam pengembangan kurikulum pada tingkat SMK*. *Jurnal Education and Development*, 11(3), 230–238. <https://doi.org/10.37081/ed.v11i3.4771>
- Sobari, M., Wahyudin, D., & Dewi, L. (2023). *Keterlibatan industri dalam pengembangan kurikulum pada tingkat SMK*. *Jurnal Education and Development*, 11(3), 230–238. <https://doi.org/10.37081/ed.v11i3.4771>
- Suwandi, A., Muktiarni, M., Fitriyani, E., & Setiadi, R. P. (2023). *Implementasi program Teaching Factory (TEFA) berbasis unit produksi untuk meningkatkan kompetensi kewirausahaan siswa di SMK kepariwisataan Bandung Raya*. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 4(4), 2215–2226. <https://doi.org/10.55681/jige.v4i4.1398>
- Tan, C. Y., Abdul Aziz, A. A., & Jamil, H. (2022). Transformative pedagogy in vocational education: A Malaysian case study. *Journal of Technical Education and Training*, 14(1), 22–35.
- Tan, C. Y., Abdullah, M. R., & Lee, W. H. (2022). Integrating Industry Exposure into Teacher Training: A Malaysian Case Study. *Asia Pacific Journal of Education*, 42(3), 315–330. <https://doi.org/10.1080/02188791.2022.2034532>
- Tan, J., Abdul Aziz, N., & Jamil, H. (2022). *Industry-based professional development for vocational teachers: A Malaysian experience*. *Asian Journal of Technical Education*, 10(2), 101–112.
- Thomas, J., & Harden, A. (2008). Methods for the thematic synthesis of qualitative research in systematic reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 8(45), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-8-45>
- Universitas Ahmad Dahlan. (2022). *Model pembelajaran kejuruan terintegrasi penyalarsan dunia industri*. Yogyakarta: UAD Press.
- World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. Retrieved from <https://www.weforum.org>
- World Economic Forum. (2020). *The future of jobs report 2020*. <http://www.weforum.org>
- Yusuf, A., Rakhmat, M., & Dewi, R. (2023). *Pengaruh pembelajaran proyek transdisipliner berbasis industri terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa SMK*. *Jurnal Pendidikan Vokasi Inovatif*, 5(1), 17–28.
- Yusuf, M., Hendrawan, B., & Kartika, D. (2023). Project-Based Transdisciplinary Learning in Vocational High Schools: A Case of Automation Collaboration. *Jurnal Teknologi dan Kejuruan*, 18(2), 55–67.
- Yusuf, M., Rakhmat, R. A., & Dewi, I. S. (2023). Model Transdisipliner dalam Pengembangan Proyek Automation System di SMK. *Jurnal Inovasi Pendidikan Vokasi*, 18(2), 33–45.