



Revitalisasi Pendidikan Vokasi Berbasis Kebutuhan Industri 4.0: Implikasi Kebijakan Pendidikan di Daerah Sub-Urban

Riki Satia Muharam^{1*}, Ufa Anita Afrilia², Sudarma³

¹Program Studi Administrasi Keuangan Publik, Sekolah Vokasi, Universitas Padjadjaran, Indonesia

²Program Studi Administrasi Pemerintahan, Sekolah Vokasi, Universitas Padjadjaran, Indonesia

Email: ¹r.satia.muhamaram@unpad.ac.id, ²ufa.afrilia@unpad.ac.id, ³sudarma@unpad.ac.id

Informasi Artikel

Submitted: 24-05-2025

Accepted: 17-06-2025

Published: 10-07-2025

Keywords:

Vocational Education

Industry 4.0

Suburban Areas

Education Policy

Revitalization

Abstract

The Fourth Industrial Revolution has significantly transformed the structure of the labor market, demanding a workforce equipped with advanced technical and digital skills. Vocational education plays a strategic role in preparing human resources to meet these challenges. However, suburban areas in Indonesia still face various obstacles such as inadequate infrastructure, limited access to technology, and vocational curricula that are often misaligned with local industry needs. This study aims to evaluate the extent to which vocational education in suburban regions addresses the demands of Industry 4.0 and to formulate contextual and inclusive policy approaches. Using a qualitative methodology and literature review, this research finds that revitalizing vocational education in suburban areas requires curriculum reform aligned with local industry needs, enhanced teacher competencies, integration of digital learning technologies, and strengthened partnerships with industry. The study provides policy recommendations based on local needs, positioning vocational education as a driver of local economic development and a key contributor to preparing a future-ready workforce in the digital era.

Abstrak

Revolusi Industri 4.0 membawa perubahan besar terhadap struktur dunia kerja, yang menuntut tenaga kerja dengan keterampilan teknis dan digital yang tinggi. Pendidikan vokasi memiliki peran strategis dalam mencetak sumber daya manusia yang adaptif terhadap perubahan ini. Namun, wilayah sub-urban di Indonesia masih menghadapi beragam tantangan seperti keterbatasan infrastruktur, minimnya akses teknologi, dan relevansi kurikulum yang rendah terhadap kebutuhan industri lokal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana pendidikan vokasi di wilayah sub-urban mampu menjawab kebutuhan Industri 4.0, serta merumuskan pendekatan kebijakan yang kontekstual dan inklusif. Dengan menggunakan pendekatan kualitatif dan studi pustaka, penelitian ini menemukan bahwa revitalisasi pendidikan vokasi di wilayah sub-urban membutuhkan transformasi kurikulum berbasis industri lokal, peningkatan kompetensi pengajar, integrasi teknologi pembelajaran, dan penguatan kemitraan dengan dunia industri. Hasil penelitian ini memberikan rekomendasi kebijakan berbasis kebutuhan daerah yang dapat mendorong pendidikan vokasi sebagai motor penggerak pembangunan ekonomi lokal dan penyiapan tenaga kerja yang relevan dengan tuntutan era digital.

Kata Kunci: Pendidikan Vokasi, Industri 4.0, Sub-Urban, Kebijakan Pendidikan, Revitalisasi.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat Industri 4.0 telah mengubah lanskap kebutuhan tenaga kerja secara global maupun nasional, dengan munculnya teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), kecerdasan buatan (AI), dan otomatisasi cerdas yang menuntut transformasi kompetensi kerja. Hal ini menimbulkan kebutuhan

mendesak terhadap SDM yang tidak hanya menguasai keterampilan teknis, tetapi juga literasi digital, kemampuan berpikir kritis, dan adaptabilitas tinggi terhadap perubahan teknologi [1] [2] [3] [4]. Pendidikan vokasi memiliki peran fundamental dalam mencetak sumber daya manusia yang memiliki keterampilan praktis dan siap kerja. Berbeda dengan pendidikan akademik yang cenderung teoritis, pendidikan vokasi dirancang untuk memenuhi kebutuhan langsung dunia usaha dan dunia industri (DUDI). Oleh karena itu, pendidikan vokasi menjadi ujung tombak dalam pembangunan ekonomi berbasis tenaga kerja produktif, khususnya di sektor-sektor teknis dan manufaktur. Dalam konteks globalisasi dan kompetisi ekonomi yang semakin ketat, pendidikan vokasi menjadi instrumen penting dalam meningkatkan daya saing bangsa.

Hadirnya era Industri 4.0 telah membawa perubahan signifikan dalam struktur pekerjaan dan jenis keterampilan yang dibutuhkan oleh industri. Teknologi seperti kecerdasan buatan, *Internet of Things*, *big data*, dan otomatisasi menuntut tenaga kerja yang tidak hanya mahir secara teknis, tetapi juga memiliki kemampuan adaptif, kolaboratif, dan melek digital [3]. Pendidikan vokasi yang tidak mengikuti arus perkembangan ini akan tertinggal dan berisiko melahirkan lulusan yang tidak relevan dengan kebutuhan pasar kerja. Hal ini dapat memperburuk tingkat pengangguran terselubung di kalangan lulusan vokasi. Untuk merespons tantangan tersebut, pendidikan vokasi perlu melakukan transformasi mendasar. Revitalisasi pendidikan vokasi dapat dilakukan melalui pembaruan kurikulum berbasis kebutuhan industri, integrasi teknologi pembelajaran, peningkatan kompetensi guru, dan penguatan kerja sama dengan sektor industri. Langkah ini diperlukan agar lulusan vokasi tidak hanya menguasai keterampilan teknis, tetapi juga kompetensi abad 21 seperti berpikir kritis, komunikasi, dan literasi digital [5] [6]. Perubahan ini menuntut dukungan kebijakan dari pemerintah pusat maupun daerah untuk mendorong inovasi dan fleksibilitas dalam penyelenggaraan pendidikan vokasi.

Khususnya di daerah sub-urban, tantangan pendidikan vokasi menjadi semakin kompleks. Akses terhadap teknologi, konektivitas industri, dan dukungan infrastruktur sering kali masih terbatas, sehingga mempersulit upaya peningkatan kualitas dan relevansi pendidikan. Revitalisasi pendidikan vokasi di wilayah ini tidak bisa disamakan dengan pendekatan di kota besar. Diperlukan kebijakan yang lebih kontekstual dan partisipatif, yang melibatkan pemangku kepentingan lokal, termasuk pemerintah daerah, institusi pendidikan, dan pelaku industri di sekitar wilayah tersebut [7]. Pendidikan vokasi tidak hanya perlu beradaptasi terhadap perkembangan teknologi dan kebutuhan industri global, tetapi juga harus sensitif terhadap kondisi lokal. Tanpa upaya revitalisasi yang sistemik dan berbasis kebutuhan nyata, pendidikan vokasi akan kehilangan perannya sebagai pilar penyedia tenaga kerja terampil. Penyesuaian ini bukan hanya menjadi tanggung jawab institusi pendidikan, tetapi juga merupakan bagian dari strategi kebijakan nasional dan regional dalam menyiapkan SDM yang tangguh menghadapi era Industri 4.0. Daerah sub-urban, yang berada di antara kawasan perkotaan dan pedesaan, menghadapi tantangan khas dalam penyelenggaraan pendidikan vokasi. Wilayah ini sering kali mengalami keterbatasan dalam pengembangan infrastruktur pendidikan yang memadai, baik dari segi fasilitas fisik maupun konektivitas digital. Ketiadaan akses yang setara terhadap layanan pendidikan modern berdampak langsung pada kualitas lulusan vokasi yang dihasilkan, terlebih ketika standar kompetensi kerja semakin ditentukan oleh teknologi dan digitalisasi [8] [9]. Salah satu kendala utama adalah keterbatasan infrastruktur pembelajaran, seperti laboratorium praktik yang sesuai standar industri dan perangkat digital pembelajaran. Pendidikan vokasi sangat bergantung pada fasilitas yang menunjang keterampilan praktis, tetapi banyak institusi di daerah sub-urban tidak memiliki sumber daya tersebut. Hal ini menyebabkan kesenjangan kompetensi antara lulusan vokasi di kota besar dan di daerah pinggiran [10] [11].

Selain infrastruktur, keterjangkauan terhadap teknologi dan literasi digital juga menjadi hambatan besar. Siswa dan pengajar di daerah sub-urban sering mengalami keterbatasan akses terhadap perangkat dan jaringan internet yang stabil, sehingga sulit mengadopsi model pembelajaran berbasis teknologi atau digital learning. Padahal, kemampuan adaptif terhadap teknologi merupakan elemen penting dalam pengembangan kompetensi vokasional masa kini [12] [13]. Di sisi lain, relevansi kurikulum pendidikan vokasi dengan kebutuhan industri lokal juga belum optimal. Banyak program studi belum menyesuaikan diri dengan karakteristik dan potensi ekonomi di wilayah sekitarnya. Akibatnya, lulusan tidak memiliki keunggulan komparatif untuk masuk ke pasar kerja lokal, bahkan di sektor informal sekalipun. Penyelarasan antara institusi pendidikan dan sektor industri lokal menjadi sangat penting untuk mencegah ketimpangan kompetensi [14] [15].

Untuk mengatasi berbagai hambatan tersebut, diperlukan intervensi kebijakan yang berbasis pada konteks lokal dan berbasis bukti. Penguatan kolaborasi antara pemerintah daerah, institusi pendidikan, dan pelaku industri lokal harus menjadi strategi utama dalam revitalisasi pendidikan vokasi di sub-urban. Inovasi kurikulum berbasis kebutuhan lokal, insentif pengembangan infrastruktur, dan program pelatihan berbasis teknologi adalah langkah yang harus segera diambil agar pendidikan vokasi benar-benar menjadi motor

penggerak pembangunan wilayah [16] [17]. Salah satu permasalahan utama dalam pendidikan vokasi saat ini adalah kesenjangan antara kompetensi lulusan dengan kebutuhan riil dunia industri. Banyak lulusan pendidikan vokasi belum sepenuhnya memenuhi standar keterampilan yang dibutuhkan oleh sektor industri, terutama yang bergerak di ranah teknologi dan digitalisasi. Hal ini terjadi karena kurikulum dan metode pembelajaran yang diterapkan masih bersifat konvensional dan kurang menyesuaikan dengan perkembangan teknologi serta kebutuhan spesifik sektor industri tertentu [18]. Ketidaksiharian ini menyebabkan lulusan tidak kompetitif di pasar kerja dan memicu meningkatnya angka pengangguran terdidik, khususnya di wilayah sub-urban.

Kurangnya keterlibatan aktif dunia industri dalam proses pembelajaran vokasional menjadi faktor penghambat revitalisasi pendidikan vokasi yang relevan. Sebagian besar program vokasi masih berjalan secara internal tanpa sinergi yang kuat dengan dunia usaha dan dunia industri (DUDI). Akibatnya, pembelajaran kurang menghadirkan pengalaman nyata atau praktik langsung yang mencerminkan tantangan kerja sesungguhnya di lapangan. Padahal, kolaborasi dengan industri sangat penting dalam perancangan kurikulum, pelaksanaan magang, hingga uji kompetensi yang berbasis kebutuhan riil industri [19]. Minimnya kerja sama ini memperlebar jarak antara institusi vokasi dan lapangan kerja. Permasalahan strategis lainnya adalah kebijakan pendidikan yang masih bersifat umum dan belum kontekstual terhadap kebutuhan spesifik daerah sub-urban. Kebijakan nasional cenderung bersifat seragam, tanpa mempertimbangkan potensi ekonomi lokal, kondisi geografis, maupun karakteristik sosial wilayah tertentu. Di banyak daerah sub-urban, pendidikan vokasi belum diarahkan untuk mengembangkan sektor-sektor lokal seperti pertanian berbasis teknologi, UMKM, atau industri kreatif yang potensial dikembangkan. Akibatnya, pendidikan vokasi kehilangan relevansi lokal dan gagal menjadi penggerak pembangunan wilayahnya sendiri [20]. Maka, diperlukan kebijakan yang lebih fleksibel dan berbasis kebutuhan daerah untuk menjembatani kesenjangan ini.

Penelitian ini memiliki urgensi yang tinggi dalam konteks transformasi pendidikan vokasi menghadapi tantangan revolusi Industri 4.0 yang menuntut integrasi teknologi, keterampilan digital, serta adaptabilitas tinggi dari tenaga kerja. Evaluasi dan perumusan pendekatan revitalisasi pendidikan vokasi menjadi penting agar institusi vokasional mampu menghasilkan lulusan yang relevan dengan kebutuhan industri masa kini dan masa depan. Selain itu, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi nyata dalam menyusun arah kebijakan pendidikan yang lebih inklusif dan kontekstual, tidak bersifat seragam, melainkan berbasis pada kebutuhan serta potensi daerah, khususnya di wilayah sub-urban. Wilayah ini sering kali terpinggirkan dalam kebijakan pendidikan nasional, padahal memiliki peran strategis dalam pembangunan ekonomi lokal. Oleh karena itu, penelitian ini juga berkontribusi dalam mendorong pembangunan sumber daya manusia yang kompeten, siap kerja, dan mampu bersaing di pasar kerja modern, sekaligus mempersempit kesenjangan antara pusat dan pinggiran dalam akses serta kualitas pendidikan vokasi.

Penelitian ini difokuskan pada beberapa pertanyaan kunci yang menjadi dasar analisis dan pembahasan. Pertama, bagaimana karakteristik kebutuhan industri 4.0 khususnya di wilayah sub-urban yang memiliki kondisi dan tantangan berbeda dibandingkan kawasan perkotaan? Pertanyaan ini penting untuk memahami profil teknologi, keterampilan, dan kompetensi yang benar-benar dibutuhkan dunia kerja di tingkat lokal. Kedua, sejauh mana pendidikan vokasi saat ini mampu menjawab kebutuhan tersebut, baik dari segi kurikulum, metode pembelajaran, hingga kesiapan sarana-prasarana? Ketiga, kebijakan apa yang dapat dirumuskan dan diterapkan guna mendukung revitalisasi pendidikan vokasi agar lebih selaras dan responsif terhadap tuntutan industri 4.0, khususnya di daerah sub-urban? Rumusan masalah ini menjadi panduan untuk mengidentifikasi celah dan peluang dalam sistem pendidikan vokasi sehingga dapat berkontribusi secara optimal dalam pembangunan sumber daya manusia yang kompeten dan adaptif.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Karakteristik Kebutuhan Industri 4.0 di Wilayah Sub-Urban

1. Ciri Khas Wilayah Sub-Urban

Wilayah sub-urban secara umum dapat didefinisikan sebagai area yang berada di antara kawasan perkotaan dan pedesaan, yang biasanya mengalami proses urbanisasi namun belum sepenuhnya memiliki karakteristik kota besar. Karakteristik wilayah ini mencakup kepadatan penduduk sedang, campuran aktivitas ekonomi antara sektor primer (seperti pertanian) dan sektor sekunder atau tersier (seperti manufaktur ringan dan jasa), serta proses pembangunan yang sedang berkembang. Secara geografis dan administratif, wilayah sub-urban sering kali menjadi penyangga bagi kawasan metropolitan, namun memiliki keterbatasan dalam akses terhadap layanan publik yang setara dengan kota besar [21]. Perbedaan mencolok antara wilayah sub-urban dan perkotaan terletak pada kondisi

sosial-ekonomi dan infrastruktur. Wilayah perkotaan umumnya telah memiliki infrastruktur yang lebih lengkap, seperti akses internet berkecepatan tinggi, transportasi publik yang memadai, serta fasilitas pendidikan dan kesehatan yang berkualitas. Sebaliknya, wilayah sub-urban seringkali masih menghadapi tantangan dalam hal ketersediaan infrastruktur dasar, akses teknologi, dan kualitas layanan publik. Secara sosial-ekonomi, masyarakat sub-urban juga lebih heterogen, dengan ketimpangan pendapatan dan peluang kerja yang lebih tinggi dibandingkan masyarakat kota besar [22].

Kondisi wilayah sub-urban ini berdampak langsung terhadap perkembangan industri dan tenaga kerja. Karena belum sepenuhnya terintegrasi dalam sistem ekonomi digital atau industri berteknologi tinggi, kawasan sub-urban cenderung menarik jenis industri padat karya atau skala menengah yang tidak terlalu bergantung pada infrastruktur kompleks. Hal ini berdampak pada jenis keterampilan dan kompetensi yang dibutuhkan tenaga kerja setempat, yang seringkali masih bersifat dasar atau tradisional. Pendidikan vokasi di wilayah sub-urban menghadapi tantangan ganda: menyediakan SDM yang mampu menjawab kebutuhan industri saat ini, sekaligus mendorong transisi wilayah tersebut menuju kesiapan menghadapi era Industri 4.0 [23].

2. Keterampilan dan Kompetensi yang Dibutuhkan

Dalam era Industri 4.0, dunia kerja menuntut kombinasi antara kompetensi teknis dan kompetensi non-teknis yang saling melengkapi. Kompetensi teknis mencakup penguasaan teknologi seperti pemrograman, analisis data, automasi, dan pemeliharaan mesin berbasis sensor atau teknologi pintar. Hal ini menjadi dasar dalam menghadapi ekosistem kerja yang makin terdigitalisasi dan terotomatisasi. Industri modern bahkan mulai mencari tenaga kerja yang memiliki keterampilan dalam pengoperasian Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), dan sistem manufaktur berbasis data [24]. Namun, kompetensi teknis saja tidak cukup. Kompetensi non-teknis seperti kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah (*problem solving*), komunikasi efektif, serta kolaborasi digital juga menjadi aspek penting yang dibutuhkan oleh dunia industri. Pekerja di era Industri 4.0 harus mampu bekerja dalam tim lintas disiplin dan budaya, beradaptasi cepat terhadap perubahan, serta mengelola informasi secara efisien dalam lingkungan kerja yang serba digital [25]. Perbedaan karakteristik antara wilayah perkotaan dan sub-urban juga menciptakan variasi dalam kebutuhan kompetensi. Industri di wilayah perkotaan cenderung mengadopsi teknologi lebih cepat, sehingga membutuhkan tenaga kerja dengan tingkat keahlian digital yang lebih tinggi. Sebaliknya, industri di wilayah sub-urban lebih banyak bergerak di sektor manufaktur skala menengah atau agroindustri, yang membutuhkan kombinasi keterampilan konvensional dan digital dasar. Hal ini menciptakan kebutuhan akan pendidikan vokasi yang mampu menyesuaikan kurikulum dan metode pengajaran agar sesuai dengan realitas industri local [26].

3. Jenis Industri yang Berkembang di Wilayah Sub-Urban dan Implikasinya

Wilayah sub-urban di Indonesia menunjukkan dinamika perkembangan industri yang cukup signifikan, khususnya pada sektor-sektor yang adaptif terhadap teknologi namun tidak memerlukan infrastruktur berat seperti di kawasan industri besar. Beberapa sektor utama yang mulai menerapkan teknologi Industri 4.0 di kawasan ini meliputi agribisnis berbasis digital, manufaktur ringan yang terotomatisasi, serta UMKM yang menggunakan platform digital untuk produksi dan distribusi. Meskipun adopsi teknologi masih terbatas dibandingkan wilayah perkotaan, tren digitalisasi mulai terlihat, terutama pada sektor-sektor yang berkaitan langsung dengan kebutuhan pasar lokal maupun ekspor [27]. Contoh nyata penerapan teknologi Industri 4.0 di wilayah sub-urban dapat ditemukan pada sektor agribisnis yang mulai mengintegrasikan sensor IoT untuk pemantauan kelembaban tanah dan cuaca, penggunaan drone untuk pemupukan, hingga sistem marketplace digital untuk distribusi hasil panen. Di bidang manufaktur ringan, beberapa industri pengolahan makanan atau tekstil rumahan mulai menggunakan mesin semi otomatis serta sistem manajemen produksi berbasis aplikasi. Sementara itu, UMKM berbasis teknologi seperti digital printing, pengrajin berbasis e-commerce, dan produksi kreatif berbasis cloud platform mulai berkembang dengan dukungan pelatihan digital dan inkubasi usaha dari pemerintah daerah maupun lembaga pendidikan vokasi [28].

Transformasi ini berdampak langsung pada kebutuhan tenaga kerja lokal. Pekerja tidak hanya dituntut memiliki keterampilan teknis dasar, tetapi juga pemahaman mengenai penggunaan perangkat digital, manajemen data, dan pengoperasian sistem otomatis. Kesenjangan keterampilan menjadi isu utama, terutama karena sistem pendidikan vokasi di wilayah sub-urban belum sepenuhnya menyesuaikan kurikulum dan fasilitasnya dengan perkembangan teknologi industri terkini. Kondisi ini tercermin dalam studi Sari & Anggraini (2021) yang meneliti SMK di Kabupaten Sumedang dan Garut, Jawa Barat—dua wilayah sub-urban yang memiliki potensi agribisnis dan industri pengolahan pangan lokal. Hasil studi menunjukkan bahwa sebagian besar program keahlian di SMK di wilayah tersebut masih

berorientasi pada bidang teknik otomotif dan listrik, sementara sektor agribisnis dan industri rumah tangga yang dominan secara ekonomi justru tidak menjadi fokus pengembangan kurikulum. Akibatnya, lulusan mengalami kesulitan untuk masuk ke pasar kerja lokal karena tidak memiliki keterampilan yang sesuai dengan kebutuhan industri sekitar. [8]. Data Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Barat (2022) juga menunjukkan bahwa tingkat pengangguran terbuka lulusan SMK di kawasan sub-urban seperti Kabupaten Cianjur dan Garut mencapai 11,7%, jauh di atas rerata provinsi yang berada pada angka 8,4%. Hal ini memperkuat argumen bahwa mismatch antara kurikulum vokasi dan kebutuhan industri lokal masih menjadi persoalan mendasar. [29]. Kondisi serupa ditemukan di wilayah pesisir Kalimantan Selatan, seperti di Kabupaten Tanah Laut dan Kotabaru. Laporan Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi Kemdikbudristek (2021) menunjukkan bahwa lembaga vokasi di wilayah tersebut belum menawarkan program keahlian kelautan, logistik pelabuhan, atau pengolahan hasil laut. Padahal sektor-sektor tersebut merupakan tulang punggung ekonomi lokal. Kurikulum masih didominasi oleh jurusan teknik umum seperti teknik mesin dan bangunan, yang kurang relevan dengan kebutuhan riil lapangan. Ketidaksiuaian ini memperlebar kesenjangan kompetensi, bahkan menyebabkan beberapa lulusan berpindah ke sektor informal atau bekerja di luar wilayahnya. [30]. Oleh karena itu, kebijakan yang mendorong sinergi antara lembaga vokasi dan dunia industri lokal menjadi semakin penting untuk memastikan bahwa tenaga kerja sub-urban mampu beradaptasi dengan perubahan tersebut [29].

2.2 Sejauh Mana Pendidikan Vokasi Saat Ini Menjawab Kebutuhan Industri 4.0 di Wilayah Sub-Urban

Pendidikan vokasi memegang peranan strategis dalam penyediaan tenaga kerja terampil yang siap masuk ke dunia industri. Dengan pendekatan yang berbasis praktik dan orientasi pada dunia kerja, pendidikan vokasi menjadi salah satu instrumen utama dalam menjawab kebutuhan tenaga kerja yang relevan dengan tuntutan sektor produktif. Di tengah meningkatnya kebutuhan akan tenaga kerja yang adaptif, cepat belajar, dan memiliki keterampilan teknis serta non-teknis, pendidikan vokasi diharapkan dapat menjadi pilar penting dalam penguatan sumber daya manusia Indonesia [25]. Pendekatan *workforce development* memandang pendidikan vokasi sebagai bagian dari strategi pembangunan tenaga kerja yang tidak hanya fokus pada penciptaan lapangan kerja, tetapi juga peningkatan kompetensi berbasis kebutuhan nyata industri. Menurut Jacobs & Hawley (2009), *workforce development* melibatkan integrasi pelatihan, pendidikan, dan kebijakan ketenagakerjaan yang responsif terhadap dinamika lokal. Dengan pendekatan ini, pendidikan vokasi di wilayah sub-urban dapat berfungsi sebagai mesin pertumbuhan ekonomi lokal dan pengurang ketimpangan sosial melalui penyediaan keterampilan yang relevan dan aplikatif. [8] Perkembangan pesat Industri 4.0, yang ditandai oleh integrasi teknologi digital seperti kecerdasan buatan, Internet of Things (IoT), automasi, dan big data analytics, telah mengubah lanskap kebutuhan tenaga kerja secara global. Dunia industri kini membutuhkan lulusan yang tidak hanya kompeten dalam keterampilan manual, tetapi juga mampu beradaptasi dengan teknologi baru dan bekerja dalam ekosistem digital. Oleh karena itu, pendidikan vokasi dituntut untuk tidak hanya memperkuat kompetensi teknis, tetapi juga mengembangkan *soft skills* seperti problem solving, kolaborasi digital, dan kemampuan komunikasi lintas bidang [24]. Dalam konteks ini, hubungan antara pendidikan vokasi dan kebutuhan Industri 4.0 menjadi semakin erat dan kompleks.

Tantangan yang dihadapi oleh lembaga pendidikan vokasi tidak seragam di semua wilayah. Wilayah sub-urban, yang berada di antara perkotaan dan pedesaan, memiliki karakteristik tersendiri dalam hal infrastruktur, akses teknologi, serta pola industri lokal. Evaluasi terhadap pendidikan vokasi di wilayah ini menjadi penting karena terdapat kesenjangan antara kebijakan pendidikan nasional yang bersifat umum dengan kebutuhan riil daerah sub-urban yang lebih kontekstual dan spesifik [23]. Oleh karena itu, artikel ini berfokus pada evaluasi dan perumusan pendekatan revitalisasi pendidikan vokasi berbasis kebutuhan industri 4.0, khususnya di wilayah sub-urban, agar dapat mendorong pengembangan sumber daya manusia yang inklusif dan relevan dengan tuntutan zaman.

1. Kurikulum dan Standar Kompetensi Pendidikan Vokasi

Kurikulum pendidikan vokasi saat ini sebagian besar masih berorientasi pada kebutuhan industri masa lalu yang bersifat konvensional dan belum sepenuhnya mencerminkan dinamika Industri 4.0. Banyak kurikulum belum mengintegrasikan pembelajaran berbasis teknologi seperti IoT, automasi, dan analitik data. Di wilayah sub-urban, tantangan semakin besar karena minimnya akses terhadap teknologi terkini dan keterbatasan dalam pembaruan kurikulum. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian kurikulum yang lebih kontekstual dengan karakter industri lokal dan tren global, agar lulusan tidak hanya memiliki keterampilan dasar, tetapi juga kompetensi digital yang relevan [30]. Pendekatan TVET yang dikembangkan oleh UNESCO menekankan bahwa pendidikan vokasi harus berbasis kompetensi dan relevan dengan kebutuhan dunia kerja yang terus berubah. TVET tidak hanya mengembangkan

keterampilan teknis, tetapi juga soft skills, literasi teknologi, dan kesiapan kerja. Dalam konteks wilayah sub-urban, prinsip-prinsip TVET sangat penting untuk menjamin bahwa lulusan tidak tertinggal dari arus transformasi teknologi dan memiliki daya saing di tingkat lokal maupun global [32].

2. Metode Pembelajaran dan Fasilitas Pendukung

Metode pembelajaran yang ideal untuk pendidikan vokasi di era Industri 4.0 adalah pembelajaran berbasis praktik, teknologi digital, serta project-based learning. Namun, keterbatasan fasilitas seperti laboratorium, perangkat simulasi, dan akses internet di banyak sekolah vokasi sub-urban menjadi penghambat utama. Selain itu, integrasi teknologi pembelajaran seperti penggunaan Learning Management System (LMS) atau alat virtual praktik masih minim. Padahal, keberadaan fasilitas ini penting untuk memberikan pengalaman belajar yang mendekati situasi kerja nyata [31].

3. Kesiapan Tenaga Pengajar dan Instruktur

Kompetensi tenaga pengajar merupakan faktor krusial dalam keberhasilan pendidikan vokasi. Di banyak wilayah sub-urban, para pengajar belum memiliki akses memadai terhadap pelatihan dan sertifikasi teknologi terbaru, seperti automasi industri atau desain digital manufaktur. Hal ini menyebabkan kesenjangan antara kurikulum ideal dan kemampuan pengajaran. Selain itu, kesulitan rekrutmen instruktur dengan latar belakang industri modern menjadi tantangan tersendiri, khususnya karena insentif dan fasilitas di daerah pinggiran relatif terbatas [32].

4. Kerjasama dan Keterlibatan Industri dalam Pendidikan Vokasi

Kemitraan antara lembaga pendidikan vokasi dan dunia industri masih belum optimal, terutama di wilayah sub-urban. Bentuk kerjasama umumnya terbatas pada magang singkat, tanpa peran aktif industri dalam pengembangan kurikulum atau uji kompetensi. Padahal, kolaborasi yang lebih erat dapat menghasilkan lulusan yang lebih siap kerja. Industri lokal perlu dilibatkan dalam pembelajaran, tidak hanya sebagai pengguna lulusan, tetapi juga sebagai co-creator dalam penyusunan materi ajar dan simulasi kerja [33].

5. Evaluasi Hasil dan Kompetensi Lulusan

Evaluasi kompetensi lulusan pendidikan vokasi menunjukkan adanya ketimpangan antara keterampilan teknis dan kesiapan kerja nyata. Meskipun lulusan menguasai dasar-dasar kejuruan, kemampuan non-teknis seperti inisiatif, kerja sama tim, dan manajemen informasi sering kali masih rendah. Tingkat penyerapan di pasar kerja pun bervariasi tergantung pada relevansi program studi terhadap industri lokal. Feedback dari pelaku industri menunjukkan pentingnya penyesuaian profil lulusan agar lebih adaptif terhadap perubahan teknologi dan budaya kerja modern [34].

6. Tantangan dan Hambatan Pendidikan Vokasi di Wilayah Sub-Urban

Wilayah sub-urban menghadapi beragam hambatan struktural dan sosial dalam penyelenggaraan pendidikan vokasi. Keterbatasan fasilitas, akses terhadap teknologi modern, dan minimnya dana investasi pendidikan menjadi hambatan utama. Selain itu, masih terdapat kesenjangan antara pelajaran teori dan praktik nyata di lapangan, sehingga lulusan tidak sepenuhnya siap menghadapi tuntutan dunia kerja. Faktor sosial-ekonomi seperti rendahnya minat belajar, kurangnya dukungan orang tua, serta rendahnya literasi teknologi di lingkungan sekitar juga memengaruhi kualitas pendidikan vokasi di daerah ini [35].

2.3 Kebijakan apa yang dapat mendukung revitalisasi pendidikan vokasi agar selaras dengan tuntutan industri 4.0?

Revolusi Industri 4.0 telah mendorong transformasi besar dalam dunia kerja dan struktur ekonomi global. Di tengah perubahan tersebut, kebijakan pendidikan vokasi memiliki peran strategis dalam memastikan tersedianya sumber daya manusia yang memiliki keterampilan relevan, baik teknis maupun non-teknis. Pendidikan vokasi menjadi tulang punggung dalam menghasilkan tenaga kerja siap pakai yang mampu bersaing di pasar kerja yang semakin terdigitalisasi dan terdiferensiasi. Kebijakan pendidikan vokasi nasional saat ini sebagian besar masih bersifat generik dan belum sepenuhnya menjawab tantangan spesifik era Industri 4.0, seperti integrasi teknologi digital dalam kurikulum, pelatihan guru, hingga koneksi yang erat dengan dunia industri. Meski terdapat upaya revitalisasi pendidikan vokasi melalui program seperti *link and match*, *Teaching Factory*, serta penguatan SMK Pusat Keunggulan, pelaksanaannya seringkali belum merata dan belum menyentuh kebutuhan lokal secara komprehensif [36]. Fokus yang lebih tajam diperlukan untuk menjawab kebutuhan pendidikan vokasi di wilayah sub-urban, yang memiliki tantangan tersendiri dalam hal infrastruktur, akses terhadap teknologi, dan keterlibatan industri lokal. Kebijakan

pendidikan yang berbasis konteks wilayah sangat penting untuk menghindari pendekatan seragam (one size fits all) yang justru dapat memperlebar kesenjangan kompetensi antara lulusan dari daerah perkotaan dan sub-urban.

1. Kebijakan Pengembangan Kurikulum dan Standar Kompetensi

Pengembangan kurikulum berbasis kompetensi merupakan fondasi utama dalam merespons transformasi dunia industri yang dipicu oleh era Industri 4.0. Kurikulum pendidikan vokasi dituntut tidak hanya mencakup aspek teknis konvensional, tetapi juga harus menyisipkan kompetensi digital, seperti otomasi industri, pemrograman dasar, pengolahan data, serta literasi teknologi informasi. Pemerintah melalui berbagai regulasi telah mendorong pembaruan kurikulum agar lebih sesuai dengan kebutuhan industri modern, seperti melalui program SMK Pusat Keunggulan dan *Teaching Factory* yang menekankan *link and match* antara sekolah dan industri (Permendikbud No. 17 Tahun 2021). Namun, implementasi kebijakan ini sering kali bersifat sentralistik dan kurang responsif terhadap kebutuhan daerah sub-urban yang memiliki karakteristik industri lokal yang berbeda dengan wilayah perkotaan. Di banyak daerah pinggiran, jenis industri yang berkembang lebih dominan di sektor agribisnis, manufaktur skala kecil, atau UMKM berbasis digital, yang masing-masing memerlukan keterampilan spesifik dan adaptasi teknologi yang berbeda. Kebijakan pengembangan kurikulum perlu didesentralisasi agar lembaga vokasi di wilayah sub-urban dapat merancang kurikulum yang relevan dengan potensi ekonomi lokal dan kebutuhan nyata dunia kerja di sekitarnya.

Integrasi teknologi digital dalam proses pembelajaran juga memerlukan dukungan kebijakan yang mendorong inovasi pembelajaran. Misalnya, regulasi yang memfasilitasi penggunaan *Learning Management System* (LMS), konten pembelajaran berbasis simulasi, hingga pengembangan modul-modul *micro-credentials* yang bersifat modular dan fleksibel. Dukungan regulatif dalam bentuk insentif, penyediaan platform digital nasional, serta peningkatan kapasitas guru untuk mengadopsi metode pembelajaran berbasis teknologi menjadi aspek penting dalam memperkuat pengembangan kurikulum berbasis kebutuhan industri 4.0 di wilayah sub-urban.

2. Kebijakan Penguatan Infrastruktur dan Fasilitas Pendidikan Vokasi

Transformasi pendidikan vokasi menuju kesiapan menghadapi era Industri 4.0 tidak akan efektif tanpa dukungan infrastruktur dan fasilitas yang memadai. Di wilayah sub-urban, keterbatasan sarana praktik, laboratorium, dan akses teknologi digital menjadi kendala utama dalam pencapaian standar kompetensi lulusan. Penguatan infrastruktur pendidikan vokasi harus menjadi prioritas dalam kebijakan publik, khususnya melalui intervensi pemerintah pusat dan daerah. Pemerintah perlu menyediakan dukungan konkret dalam bentuk pembangunan dan peningkatan sarana pendidikan berbasis teknologi, seperti laboratorium otomasi, ruang praktik digital, hingga perangkat pembelajaran berbasis *Internet of Things* (IoT). Pengembangan sistem *digital learning* yang mendukung pembelajaran jarak jauh dan berbasis proyek menjadi krusial, mengingat banyak lembaga vokasi di sub-urban belum memiliki akses luas terhadap teknologi pembelajaran mutakhir [37]. Kebijakan ini juga harus mempertimbangkan tantangan geografis dan infrastruktur dasar, seperti konektivitas internet dan pasokan listrik yang stabil.

Pemberian insentif untuk peningkatan fasilitas juga penting, baik dalam bentuk hibah peralatan, pendanaan sarana, maupun pembebasan pajak untuk investasi teknologi pendidikan. Pendekatan ini harus disertai kebijakan yang mendorong partisipasi sektor swasta melalui kemitraan strategis publik-swasta (*Public-Private Partnership/PPP*), yang tidak hanya menyediakan fasilitas tetapi juga membuka peluang bagi praktik kerja industri dan penyelarasan kurikulum. Implementasi kebijakan semacam ini telah terbukti efektif di berbagai negara berkembang yang menghadapi kendala serupa dalam pengembangan pendidikan vokasi di wilayah tertinggal atau marginal [38]. Melalui sinergi antara pemerintah, dunia usaha, dan lembaga pendidikan, penguatan infrastruktur pendidikan vokasi dapat menciptakan ekosistem pembelajaran yang mendukung penguasaan kompetensi industri 4.0 secara merata, termasuk di daerah-daerah yang selama ini kurang mendapatkan prioritas. Ini sekaligus menjadi langkah strategis dalam mendorong pemerataan pembangunan sumber daya manusia dan penguatan ekonomi lokal berbasis keterampilan.

3. Kebijakan Pengembangan Kompetensi Tenaga Pengajar

Kualitas pendidikan vokasi sangat bergantung pada kompetensi tenaga pengajar sebagai aktor utama dalam proses pembelajaran. Di era Industri 4.0, guru dan instruktur vokasi dituntut tidak hanya menguasai materi teknis dasar, tetapi juga memahami teknologi terbaru seperti otomasi, big data, kecerdasan buatan, serta sistem produksi berbasis digital. Pengembangan kompetensi tenaga pengajar harus menjadi bagian integral dari kebijakan pendidikan vokasi, khususnya di daerah sub-urban yang

sering kali mengalami ketimpangan akses terhadap program peningkatan kapasitas. Kebijakan yang mendukung pelatihan dan sertifikasi teknologi mutakhir menjadi sangat krusial. Program-program pelatihan berkelanjutan, baik yang difasilitasi oleh pemerintah maupun melalui kemitraan dengan sektor industri, dapat memperkuat kesiapan pengajar dalam mentransfer keterampilan berbasis teknologi kepada peserta didik. Beberapa negara telah mengadopsi pendekatan ini secara sistematis, melalui kebijakan *training of trainers*, sertifikasi nasional berbasis standar industri, dan pengiriman guru untuk magang langsung di perusahaan [39].

Rekrutmen tenaga pengajar di lembaga vokasi juga harus diarahkan pada pencarian sumber daya manusia yang memiliki latar belakang industri dan pemahaman terhadap kebutuhan pasar kerja. Kebijakan pengangkatan instruktur dari kalangan praktisi industri, serta mekanisme pengembangan karir yang menjamin peningkatan profesional berkelanjutan, menjadi langkah penting untuk menjembatani kesenjangan antara dunia pendidikan dan dunia kerja. Hal ini semakin penting di wilayah sub-urban, di mana tenaga pengajar sering menghadapi keterbatasan akses terhadap pelatihan lanjutan maupun pengalaman kerja industri yang aktual. Kerja sama dengan dunia usaha dan dunia industri (DUDI) juga perlu diperkuat dalam konteks peningkatan kompetensi pengajar. Kemitraan ini tidak hanya terbatas pada penyediaan fasilitas atau tempat magang bagi siswa, tetapi juga harus mencakup program pembinaan pengajar melalui pelatihan, *workshop*, kunjungan industri, dan transfer pengetahuan. Kebijakan ini akan memperkuat posisi pengajar sebagai fasilitator pembelajaran berbasis industri 4.0 yang kontekstual dan relevan dengan kebutuhan lokal.

4. Kebijakan Penguatan Kemitraan dengan Dunia Industri

Kemitraan yang erat antara lembaga pendidikan vokasi dan dunia industri merupakan kunci utama dalam menciptakan lulusan yang siap kerja dan relevan dengan kebutuhan pasar tenaga kerja, khususnya di era Industri 4.0. Kebijakan yang mengatur dan mendorong kolaborasi pendidikan-vokasi dengan industri lokal maupun nasional sangat diperlukan untuk memperkuat *link and match* antara pendidikan dan dunia kerja. Regulasi yang jelas dan terstruktur dapat menjadi landasan agar kedua pihak dapat berkontribusi secara optimal dalam penyelenggaraan pendidikan vokasi [40]. Salah satu bentuk kebijakan yang efektif adalah pemberian insentif kepada industri yang aktif berpartisipasi dalam berbagai program pendidikan vokasi, seperti magang siswa, pelatihan bersama, serta pengembangan dan penyesuaian kurikulum. Insentif tersebut bisa berupa kemudahan perizinan, pengurangan pajak, atau bantuan dana untuk fasilitas pelatihan. Industri tidak hanya menjadi tempat praktik kerja lapangan tetapi juga sebagai mitra strategis dalam meningkatkan kualitas pendidikan vokasi yang berbasis kebutuhan nyata di lapangan.

Kebijakan juga perlu mengatur mekanisme monitoring dan evaluasi yang sistematis terhadap kerja sama antara lembaga pendidikan dan dunia usaha. Transformasi kurikulum berbasis industri lokal perlu dilakukan melalui pemetaan potensi ekonomi daerah secara partisipatif, melibatkan pelaku UKM, asosiasi profesi, dan dinas daerah. Sebagai contoh, di wilayah sub-urban seperti Kabupaten Sumedang yang memiliki potensi agribisnis hortikultura, sekolah vokasi dapat mengembangkan kurikulum keahlian baru seperti “Agroteknologi Cerdas” atau “Digital Marketing Produk Lokal,” yang disusun bersama pelaku usaha tani dan koperasi desa. Kurikulum ini dapat diimplementasikan melalui program pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*) dan praktik langsung di lahan atau unit produksi mitra lokal.

Di daerah yang tidak memiliki kawasan industri formal, kemitraan vokasi tetap dapat dibangun melalui kerja sama dengan UKM, koperasi, dan sektor informal. Misalnya, program magang lokal berbasis UKM dapat dilaksanakan dengan menjadikan bengkel, warung digital, atau usaha produksi rumahan sebagai tempat praktik kerja. Hal ini memberikan pengalaman nyata kepada siswa sekaligus memperkuat jejaring keterampilan lokal. Pengembangan program *microcredentials digital* menjadi solusi fleksibel untuk pelatihan teknis jangka pendek. Lembaga vokasi dapat menyediakan modul pelatihan *daring* atau *hybrid* untuk keterampilan spesifik seperti pengoperasian mesin kemasan, manajemen irigasi otomatis, atau pengelolaan toko daring, yang disertifikasi oleh pemerintah daerah atau mitra industri lokal.

Balai Latihan Kerja (BLK) di wilayah sub-urban dapat diberdayakan sebagai pusat sinergi antara lembaga vokasi dan komunitas industri. BLK dapat berfungsi sebagai inkubator keahlian, pusat pelatihan retraining dan reskilling, serta koordinator pelatihan berbasis permintaan. Dengan dukungan pemerintah daerah, BLK dapat bermitra dengan SMK, universitas vokasi, dan asosiasi pengusaha untuk memastikan program pelatihan sesuai kebutuhan nyata di lapangan.

Evaluasi ini penting untuk mengukur efektivitas kemitraan, mengetahui hambatan yang muncul, dan memastikan bahwa program-program yang dijalankan memberikan dampak positif bagi peningkatan kompetensi peserta didik. Mekanisme monitoring yang transparan dan partisipatif dapat memperkuat akuntabilitas dan keberlanjutan kemitraan, terutama di wilayah sub-urban yang memiliki karakteristik dan kebutuhan berbeda dari perkotaan. Dengan kebijakan yang terarah dan komprehensif, penguatan kemitraan antara pendidikan vokasi dan dunia industri dapat menjadi pendorong utama dalam mendukung revitalisasi pendidikan vokasi yang adaptif dan responsif terhadap kebutuhan Industri 4.0, sekaligus membantu mengatasi kesenjangan kompetensi lulusan di wilayah sub-urban. Kerangka Triple Helix yang dikemukakan oleh Etzkowitz dan Leydesdorff (2000) menekankan pentingnya sinergi antara pemerintah, industri, dan institusi pendidikan dalam membangun ekosistem inovasi dan pengembangan SDM. Dalam konteks pendidikan vokasi, penerapan Triple Helix memastikan adanya peran aktif ketiga aktor dalam perancangan kurikulum, penyediaan fasilitas praktik, dan program magang yang berbasis kebutuhan riil industri. Pendekatan ini sangat relevan diterapkan di wilayah sub-urban, di mana kolaborasi yang kuat menjadi kunci untuk menjawab keterbatasan infrastruktur dan ketidaksesuaian kompetensi. [43]

5. Kebijakan Inklusi dan Kontekstualisasi Pendidikan Vokasi di Wilayah Sub-Urban

Wilayah sub-urban memiliki karakteristik sosial, ekonomi, dan potensi yang berbeda dibandingkan dengan kawasan perkotaan. Kebijakan pendidikan vokasi yang bersifat umum tanpa mempertimbangkan konteks lokal sering kali kurang efektif dalam menjawab kebutuhan daerah-daerah ini. Kebijakan inklusi dan kontekstualisasi menjadi sangat penting untuk memastikan pendidikan vokasi dapat memberikan manfaat optimal, khususnya bagi wilayah sub-urban yang cenderung kurang berkembang dan memiliki akses terbatas terhadap teknologi dan fasilitas pendidikan [41]. Pemerintah perlu merumuskan kebijakan yang mendukung penyesuaian kurikulum, metode pembelajaran, dan pengembangan kompetensi yang sesuai dengan karakteristik wilayah sub-urban, termasuk potensi ekonomi lokal dan kebutuhan industri yang spesifik. Misalnya, di wilayah dengan potensi agribisnis atau manufaktur ringan, kurikulum harus mengintegrasikan teknologi digital yang relevan dengan sektor tersebut agar lulusan siap menghadapi tantangan industri 4.0 di lingkungan mereka sendiri.

Program khusus yang menargetkan pengembangan sumber daya manusia di daerah pinggiran perlu diinisiasi secara sistematis. Program ini dapat berupa beasiswa, pelatihan keterampilan tambahan, atau pengembangan fasilitas pendidikan yang memadai, dengan tujuan meningkatkan kualitas dan kuantitas tenaga kerja terampil dari wilayah sub-urban. Kebijakan semacam ini tidak hanya meningkatkan peluang kerja bagi masyarakat setempat, tetapi juga mendorong pemerataan pembangunan dan pengentasan ketimpangan antar wilayah. Strategi pengentasan ketimpangan akses dan kualitas pendidikan vokasi juga harus menjadi bagian dari kebijakan inklusi, dengan memperhatikan hambatan-hambatan seperti keterbatasan infrastruktur, jarak geografis, serta faktor sosial ekonomi. Pemanfaatan teknologi digital dan pembelajaran jarak jauh dapat menjadi solusi yang relevan, selama didukung dengan kebijakan yang memperbaiki akses internet dan pelatihan digital bagi tenaga pendidik dan peserta didik di wilayah sub-urban.

Dengan kebijakan inklusi dan kontekstualisasi yang tepat, pendidikan vokasi di wilayah sub-urban dapat berkembang secara berkelanjutan, selaras dengan kebutuhan Industri 4.0 sekaligus mengatasi kesenjangan sosial dan ekonomi yang selama ini menjadi tantangan utama.

3. KESIMPULAN

Revitalisasi pendidikan vokasi di wilayah sub-urban merupakan kebutuhan mendesak untuk menjawab tantangan era Industri 4.0 yang menuntut kompetensi teknis dan digital yang lebih kompleks. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendidikan vokasi di wilayah sub-urban masih menghadapi berbagai kendala struktural dan kontekstual, mulai dari keterbatasan infrastruktur, rendahnya keterlibatan industri, hingga belum optimalnya kurikulum dan kompetensi tenaga pengajar. Karakteristik industri di wilayah ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan melalui pendekatan pendidikan yang berbasis kebutuhan lokal. Revitalisasi pendidikan vokasi perlu diarahkan pada penyusunan kebijakan yang kontekstual, adaptif, dan partisipatif, serta memperkuat sinergi antara lembaga pendidikan, pemerintah daerah, dan dunia industri. Aplikasi dari temuan ini dapat mendorong terciptanya sumber daya manusia yang kompeten, produktif, dan siap menghadapi transformasi digital. Penelitian lanjutan disarankan untuk melakukan kajian lapangan secara langsung di berbagai daerah sub-urban guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam terhadap kondisi nyata dan implementasi kebijakan secara spesifik.

REFERENCES

- [1] Schwab K., *The Fourth Industrial Revolution*, Geneva: World Economic Forum, 2017.
- [2] Dwidienawati D., Abdinagoro S. B., Gandasari D. and Putra E. D., "Vocational education readiness in facing industry 4.0: Evidence from Indonesia," *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, pp. 314-330, 2020.
- [3] Sima V., Gheorghe I. G., Subic J. and Nancu D., "Influences of the industry 4.0 revolution on the human capital development and consumer behavior: A systematic review.," *Sustainability*, pp. 12(10), 4035, 2020.
- [4] Suhartini S., Sudira P., Suryani N. and Murtadlo A., "Vocational education transformation to meet the demands of the 4.0 industrial revolution," *Journal of Technical Education and Training*, pp. 1-11, 2022.
- [5] Aoun J. E., *Robot-Proof: Higher Education in the Age of Artificial Intelligence*, MIT Press, 2017.
- [6] Jatmiko B., Widodo A. and Rofiki I., "Vocational education transformation in the era of Industrial Revolution 4.0 in Indonesia," *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, pp. 437-443, 2021.
- [7] OECD, *Future-Ready Vocational Education and Training: Strengthening VET for the Future of Work*, OECD Publishing, 2019.
- [8] Sari R. M., Yusuf M. and Anggraini R., "Pendidikan vokasi di daerah marginal: Studi tantangan dan potensi pengembangan," *Jurnal Pendidikan Vokasi dan Teknologi*, pp. 134-142, 2021.
- [9] Putri F. D. and Widodo S. A., "The disparity of vocational education in suburban areas: Policy implications," *Indonesian Journal of Educational Review*, pp. 101-110, 2020.
- [10] Nasution M. I., Lubis A. R. and Harahap A. F., "Kesiapan sarana dan prasarana sekolah vokasi dalam menghadapi industri 4.0," *Jurnal Pendidikan Vokasi Indonesia*, pp. 57-65, 2020.
- [11] Andriyani A. and Zain A., "Pemetaan kebutuhan fasilitas praktik dalam mendukung pendidikan vokasi," *Jurnal Pendidikan Vokasi*, pp. 34-42, 2022.
- [12] Yuliani E., Suryadi S. and Prasetyo H., "Barriers of online-based vocational education in remote and suburban areas," *Journal of Education and Learning*, pp. 512-520, 2021.
- [13] Haryanto D., "Digital literacy and vocational education: Challenges and strategies in sub urban areas," *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, pp. 78-86, 2022.
- [14] Susilo E. , Huda C. and Dini S., "Local-based vocational education curriculum development: A case from West Java," *Journal of Technical Education and Training*, pp. 22-30, 2020.
- [15] Fitriani A. and Hardianti A., "Kesesuaian kurikulum pendidikan vokasi dengan kebutuhan industri lokal," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, pp. 119-128, 2022.
- [16] Yusuf M., Sari R. M. and Azhari D., "Strategi penguatan pendidikan vokasi berbasis kebutuhan lokal," *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pengajaran*, pp. 91-99, 2022.
- [17] Rachmawati D., Priyanto D. and Wibowo A., "Kolaborasi pendidikan vokasi dan industri berbasis wilayah," *Jurnal Pendidikan Ekonomi dan Bisnis*, pp. 45-55, 2021.
- [18] Suyanto S. and Utama S., "Kesenjangan kompetensi lulusan SMK dengan kebutuhan industri: Analisis dan solusi," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, pp. 14-22, 2021.
- [19] Handayani T. and Putra A. D., "Revitalisasi kemitraan antara pendidikan vokasi dan industri di era digital," *Jurnal Pendidikan Vokasi Indonesia*, pp. 25-34, 2022.

- [20] Ramadhan F., Yuliana D. and Prasetyo A., "Kebijakan pendidikan vokasi berbasis kearifan lokal di daerah sub-urban," *Jurnal Kebijakan dan Manajemen Pendidikan*, pp. 88-97, 2020.
- [21] Iskandar A. and Yuliani S., "Pengembangan wilayah sub-urban berbasis potensi lokal dan tantangan pembangunan berkelanjutan," *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, pp. 145-158, 2021.
- [22] Nugroho D. P. and Santosa H., "Ketimpangan pembangunan antara wilayah urban dan sub-urban di Indonesia: Tinjauan aksesibilitas dan kualitas infrastruktur," *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*, pp. 67-79, 2020.
- [23] Suryadi T., Prasetyo A. and Nurhadi M., "Kesiapan pendidikan vokasi menghadapi kebutuhan tenaga kerja di era Industri 4.0 di wilayah pinggiran kota," *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Vokasi*, pp. 25-36, 2022.
- [24] Putra Y. H. and Hakim R., "Pemetaan kompetensi teknis tenaga kerja di era Industri 4.0: Tantangan bagi pendidikan vokasi," *Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasional*, pp. 112-124, 2021.
- [25] Wicaksono A. D. and Santosa H., "Pentingnya soft skills dalam pendidikan vokasi menghadapi revolusi industri 4.0.," *Jurnal Pendidikan dan Ketenagakerjaan*, pp. 45-56, 2020.
- [26] Sari D. K., Rahmawati I. and Nugroho A., "Kebutuhan kompetensi tenaga kerja industri sub-urban dalam konteks pengembangan vokasi," *Jurnal Kajian Pendidikan dan Kewilayahan*, pp. 33-47, 2022.
- [27] Wahyuni N., Hidayat R. and Maulana A., "Transformasi industri sub-urban dalam era revolusi industri 4.0: Kajian awal di Jawa Barat," *Jurnal Ekonomi dan Teknologi*, pp. 78-89, 2022.
- [28] Hafid M. N. and Prasetya A. R., "Peran UMKM berbasis teknologi digital di wilayah sub-urban: Peluang dan tantangan pengembangan SDM lokal," *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*, pp. 102-115, 2023.
- [29] Setiawan D. and Lestari I., "Kesiapan tenaga kerja sub-urban terhadap penerapan teknologi industri 4.0: Implikasi bagi pendidikan vokasi," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, pp. 44-58, 2021.
- [30] Wibowo T. , Sutrisno B. and Handayani L., "Revitalisasi kurikulum vokasi berbasis kompetensi Industri 4.0 di daerah pinggiran," *Jurnal Kajian Kurikulum dan Pendidikan Vokasi*, pp. 90-104, 2021.
- [31] Rahmawati N. and Herlambang A., "Digitalisasi metode pembelajaran vokasi di wilayah sub-urban: Peluang dan tantangan," *Jurnal Teknologi Pendidikan*, pp. 75-86, 2022.
- [32] Yuliani D. and Putro S., "Pengembangan kapasitas instruktur vokasi dalam menghadapi era digitalisasi industri," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, pp. 120-134, 2023.
- [33] Santosa H., Pranoto R. and Dewi S. R., "Kemitraan strategis pendidikan vokasi dan dunia industri: Studi pada sekolah kejuruan sub-urban," *Jurnal Inovasi Pendidikan Kejuruan*, pp. 33-48, 2021.
- [34] Fadilah S. and Rahayu D., "Evaluasi kompetensi lulusan pendidikan vokasi dan penyerapan tenaga kerja," *Jurnal Pendidikan dan Ketenagakerjaan*, pp. 51-63, 2020.
- [35] Nurhasanah E. and Widodo A., "Faktor sosial-ekonomi dan tantangan pendidikan vokasi di wilayah sub-urban," *Jurnal Sosial dan Pendidikan*, pp. 145-158, 2021.
- [36] Sari R. N. and Wulandari F., "Evaluasi kebijakan revitalisasi pendidikan vokasi di era Industri 4.0," *Jurnal Kebijakan Pendidikan*, pp. 77-89, 2022.
- [37] Wahyuni S. and Gunawan A., "Infrastruktur pendidikan vokasi dan tantangan pembelajaran berbasis digital di daerah sub-urban," *Jurnal Teknologi Pendidikan Vokasi*, pp. 135-148, 2022.
- [38] Kurniawan A. and Priyono H., "Kemitraan publik-swasta dalam penguatan pendidikan vokasi berbasis industri," *Jurnal Inovasi Kebijakan dan Manajemen Pendidikan*, pp. 58-72, 2021.
- [39] Sutrisno E. and Wahyudi D., "Strategi penguatan kompetensi guru vokasi dalam menghadapi tantangan revolusi industri 4.0," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, pp. 51-64, 2021.

- [40] Sari R. N. and Nugroho A., "Peran kebijakan kemitraan industri-pendidikan dalam meningkatkan kualitas lulusan vokasi," *Jurnal Manajemen Pendidikan dan Kebijakan*, pp. 66-80, 2022.
- [41] Susanti R. and Putra A., "Kebijakan pendidikan vokasi berbasis inklusi dan konteks lokal di daerah sub-urban," *Jurnal Pendidikan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia*, pp. 45-58, 2022.