

Analisis Kesenjangan Keterampilan Tenaga Kerja Vokasi di Era Revolusi Industri 5.0

Muharrom Fatihaturrizqi¹, Zalfa Gita Salsabila², Yaser Galuh³

Universitas Sains dan Teknologi Komputer (STekom)

Jl Majapahit 605 Pedurungan, Jawa Tengah, telp. (024) 6723456,

e-mail: Gitasalsabila2525@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received xx Bulan xxxx

Received in revised form

Accepted xx Bulan xxxx

Available online xx Bulan xxxx

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan menganalisis kesenjangan keterampilan tenaga kerja vokasi dalam menghadapi tuntutan Era Revolusi Industri 5.0 (RI 5.0). Menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, penelitian ini mengidentifikasi keterampilan teknis dan non-teknis yang krusial serta mengevaluasi keselarasan kurikulum pendidikan vokasi dengan kebutuhan industri. Hasil penelitian menunjukkan adanya kesenjangan signifikan dalam keterampilan adaptabilitas, pemikiran kritis, pemecahan masalah kompleks, dan literasi digital canggih di kalangan lulusan vokasi. Kesimpulan utama adalah perlunya reformasi kurikulum yang berorientasi pada pengembangan soft skills dan peningkatan kolaborasi antara institusi pendidikan vokasi dan industri untuk memastikan kesiapan tenaga kerja menghadapi tantangan RI 5.0.

Keywords: *organizational culture, work discipline, employee performance.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis kesenjangan keterampilan tenaga kerja vokasi dalam menghadapi tuntutan Era Revolusi Industri 5.0 (RI 5.0). Menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, penelitian ini mengidentifikasi keterampilan teknis dan non-teknis yang krusial serta mengevaluasi keselarasan kurikulum pendidikan vokasi dengan kebutuhan industri. Hasil penelitian menunjukkan adanya kesenjangan signifikan dalam keterampilan adaptabilitas, pemikiran kritis, pemecahan masalah kompleks, dan literasi digital canggih di kalangan lulusan vokasi. Kesimpulan utama adalah perlunya reformasi kurikulum yang berorientasi pada pengembangan soft skills dan peningkatan kolaborasi antara institusi pendidikan vokasi dan industri untuk memastikan kesiapan tenaga kerja menghadapi tantangan RI 5.0.

Kata kunci : Revolusi Industri 5.0, Kesenjangan Keterampilan, Tenaga Kerja Vokasi, Pendidikan Vokasi

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Era Revolusi Industri 5.0 menandai pergeseran paradigma dari otomatisasi murni menuju kolaborasi yang lebih erat antara manusia dan mesin, menempatkan nilai-nilai kemanusiaan, keberlanjutan, dan resiliensi sebagai inti pembangunan. RI 5.0 tidak hanya berfokus pada teknologi canggih seperti kecerdasan buatan (AI), *Internet of Things* (IoT), big data, dan robotika, tetapi juga menekankan bagaimana teknologi tersebut dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia dan memecahkan masalah sosial yang kompleks [1]. Dalam konteks ini,

tenaga kerja menjadi aset krusial yang harus memiliki keterampilan yang relevan untuk beradaptasi dengan perubahan yang cepat dan memanfaatkan teknologi secara efektif.

Pendidikan vokasi, sebagai pilar utama dalam menyiapkan tenaga kerja terampil, memiliki peran strategis dalam memastikan kesiapan sumber daya manusia menghadapi dinamika RI 5.0. Namun, laju perubahan teknologi yang eksponensial seringkali menimbulkan kesenjangan antara keterampilan yang diajarkan di lembaga pendidikan vokasi dan keterampilan yang dibutuhkan oleh industri. Kesenjangan ini berpotensi menghambat daya saing tenaga kerja, produktivitas industri, dan pertumbuhan ekonomi nasional [2]. Oleh karena itu, analisis mendalam tentang kesenjangan keterampilan tenaga kerja vokasi di era RI 5.0 menjadi sangat penting untuk merumuskan kebijakan dan strategi yang tepat guna menjembatani kesenjangan tersebut.

1.2. Tinjauan Literatur

a. Konsep Revolusi Industri 5.0

Revolusi Industri 5.0 (RI 5.0) adalah kelanjutan dari Revolusi Industri 4.0, yang berfokus pada integrasi manusia dan mesin secara harmonis untuk mencapai tujuan yang lebih etis dan berkelanjutan. Berbeda dengan RI 4.0 yang menekankan otomatisasi dan efisiensi, RI 5.0 menyoroti aspek *human-centric*, ketahanan, dan keberlanjutan [1]. Konsep ini mengedepankan kolaborasi manusia-robot (*cobots*), personalisasi massa, dan produksi yang berorientasi pada nilai-nilai sosial dan lingkungan [3]. Pekerjaan di era RI 5.0 akan membutuhkan individu yang tidak hanya mampu mengoperasikan teknologi canggih, tetapi juga memiliki kemampuan berinovasi, beradaptasi, dan berkolaborasi dalam lingkungan yang sangat dinamis [4].

b. Keterampilan Krusial di Era Revolusi Industri 5.0

Berbagai penelitian telah mengidentifikasi keterampilan-keterampilan kunci yang akan sangat dibutuhkan di era RI 5.0. *World Economic Forum* (WEF) secara konsisten menekankan pentingnya keterampilan kognitif seperti pemikiran analitis dan inovasi, pemecahan masalah kompleks, dan pemikiran kritis. Selain itu, keterampilan non-kognitif atau *soft skills* seperti kreativitas, orisinalitas, inisiatif, kepemimpinan, dan kecerdasan emosional juga menjadi sangat esensial [5]. Secara lebih spesifik, keterampilan teknis yang relevan mencakup literasi data, AI dan machine learning, cybersecurity, dan pemrograman. Sementara itu, *soft skills* seperti kolaborasi, komunikasi lintas budaya, adaptabilitas, dan resiliensi sangat ditekankan karena pekerja akan berinteraksi lebih banyak dengan teknologi dan beragam individu [6][7]. Studi oleh Gehrke et al. (2020) menggarisbawahi bahwa keterampilan hijau (*green skills*) dan pemahaman tentang keberlanjutan juga menjadi semakin penting seiring dengan fokus RI 5.0 pada keberlanjutan.

c. Kesenjangan Keterampilan dalam Pendidikan Vokasi

Studi-studi sebelumnya seringkali menyoroti kesenjangan antara keterampilan yang diajarkan di lembaga pendidikan vokasi dan tuntutan pasar kerja. [8]. menemukan bahwa meskipun lulusan vokasi memiliki dasar keterampilan teknis, mereka seringkali kurang dalam *soft skills* seperti kemampuan beradaptasi, komunikasi, dan pemecahan masalah yang dibutuhkan oleh industri modern. Demikian pula, penelitian oleh Chen & Wang menunjukkan bahwa kurikulum pendidikan vokasi belum sepenuhnya mengintegrasikan teknologi dan metodologi kerja yang relevan dengan perkembangan industri 4.0, apalagi 5.0. Kesenjangan ini semakin melebar dengan cepatnya inovasi teknologi, yang menuntut kurikulum yang lebih fleksibel dan responsif [10]. Peran industri dalam perumusan kurikulum dan penyediaan pengalaman praktis juga seringkali masih terbatas, memperparah kesenjangan ini [11]. Selain itu, literatur menunjukkan bahwa kesenjangan bukan hanya pada apa yang diajarkan, tetapi juga bagaimana ia diajarkan, dengan kebutuhan akan lebih banyak pembelajaran berbasis proyek dan pengalaman lapangan [12].

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan tinjauan literatur, terdapat indikasi kuat bahwa pendidikan vokasi di Indonesia menghadapi tantangan signifikan dalam menyiapkan tenaga kerja yang sepenuhnya siap menghadapi tuntutan Era Revolusi Industri 5.0. Kesenjangan antara penawaran keterampilan dari lulusan vokasi dan permintaan keterampilan dari industri masih menjadi isu krusial. Masalah utamanya adalah belum teridentifikasinya secara komprehensif dan sistematis mengenai jenis-jenis keterampilan yang mengalami kesenjangan, serta faktor-faktor penyebab kesenjangan tersebut dalam konteks RI 5.0 di sektor vokasi.

Penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Mengidentifikasi keterampilan-keterampilan esensial (teknis dan non-teknis) yang dibutuhkan tenaga kerja vokasi di Era Revolusi Industri 5.0.
- 2) Menganalisis tingkat kesenjangan antara keterampilan yang dimiliki lulusan pendidikan vokasi saat ini dengan keterampilan yang dibutuhkan industri di Era Revolusi Industri 5.0.
- 3) Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab utama kesenjangan keterampilan tersebut.
- 4) Merumuskan rekomendasi strategis untuk mengatasi kesenjangan keterampilan tenaga kerja vokasi dalam menghadapi tantangan Era Revolusi Industri 5.0.

2. METODE

Penelitian ini akan menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk mengeksplorasi secara mendalam kesenjangan keterampilan tenaga kerja vokasi di Era Revolusi Industri 5.0. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk memahami persepsi, pengalaman, dan pandangan beragam pemangku kepentingan, yang krusial untuk mengidentifikasi akar permasalahan dan merumuskan solusi yang relevan.

2.1. Strategi Pengumpulan Data

Pengumpulan data akan dilakukan melalui kombinasi metode untuk memastikan triangulasi dan kekayaan informasi:

- a. Melakukan analisis dokumen kurikulum pendidikan vokasi yang berlaku untuk mengidentifikasi relevansi dan kesesuaiannya dengan kebutuhan industri terkini.
- b. Wawancara mendalam akan menjadi metode utama untuk menggali informasi dari berbagai pihak. Responden kunci meliputi:
- c. Manajer HRD, supervisor, dan ahli teknologi dari sektor-sektor industri yang relevan dengan Revolusi Industri 5.0 akan diwawancarai untuk mendapatkan perspektif langsung mengenai keterampilan yang dibutuhkan, performa lulusan vokasi, dan tantangan yang dihadapi.
- d. Dosen atau instruktur dari lembaga pendidikan vokasi akan dimintai pandangan mereka mengenai kurikulum yang diajarkan, tantangan dalam mempersiapkan lulusan, dan upaya yang telah dilakukan.
- e. Lulusan yang telah bekerja di industri akan diwawancarai untuk mendapatkan pengalaman langsung mereka mengenai kesenjangan antara keterampilan yang mereka peroleh di bangku pendidikan dengan tuntutan pekerjaan di lapangan.

2.2. Analisis Data

Data yang terkumpul dari analisis dokumen dan wawancara mendalam akan dianalisis menggunakan metode tematik. Proses analisis ini melibatkan langkah-langkah berikut:

- a. Transkripsi Data: Wawancara akan ditranskripsikan secara verbatim.
- b. Koding Data: Data akan dikodekan untuk mengidentifikasi pola, konsep, dan kategori yang muncul.
- c. Identifikasi Tema: Kode-kode akan dikelompokkan untuk membentuk tema-tema utama yang berkaitan dengan keterampilan yang dibutuhkan, sifat dan tingkat kesenjangan yang ada, serta faktor-faktor penyebabnya.
- d. Interpretasi: Peneliti akan menginterpretasikan tema-tema yang muncul untuk mendapatkan pemahaman komprehensif mengenai fenomena yang diteliti.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Keterampilan Esensial di Era Revolusi Industri 5.0: Perspektif Industri

Berdasarkan wawancara mendalam dengan manajer HRD, supervisor, dan ahli teknologi dari berbagai sektor industri yang relevan dengan RI 5.0 (manufaktur cerdas, IT, logistik otomatis, energi terbarukan, industri kreatif berbasis AI), ditemukan bahwa keterampilan yang dibutuhkan memiliki dimensi yang lebih kompleks dan berorientasi pada sinergi manusia-teknologi. Keterampilan ini dapat dikategorikan menjadi tiga kelompok utama, sejalan dengan kerangka yang diusulkan oleh [1] [5].

A. Keterampilan Teknis Lanjutan (*Hard Skills*)

- 1) Kemampuan mengumpulkan, mengolah, menganalisis, dan menginterpretasikan big data untuk pengambilan keputusan berbasis bukti. Ini mencakup penggunaan tools seperti *Python*, *R*, *SQL*, business intelligence dashboards, serta pemahaman dasar *machine learning* untuk prediksi dan optimasi proses [5].
- 2) Penguasaan dasar-dasar pemrograman robot, pengoperasian sistem otomatisasi industri, serta pemahaman tentang pemeliharaan dan troubleshooting sistem otonom. Pentingnya *cobots* juga ditekankan, yang membutuhkan pemahaman interaksi manusia-robot yang aman dan efisien. [3].
- 3) Pemahaman tentang integrasi sistem fisik dengan komputasi, termasuk sensor, aktuator, jaringan IoT, dan *cloud computing* untuk monitoring dan kontrol jarak jauh.
- 4) Kesadaran dan kemampuan dasar dalam melindungi sistem dan data dari ancaman siber, terutama mengingat peningkatan konektivitas dan risiko siber di ekosistem industri.
- 5) Pengenalan dan aplikasi teknologi pencetakan 3D untuk prototipe cepat, produksi komponen khusus, dan *on-demand manufacturing*.
- 6) Pemahaman dasar tentang energi terbarukan, efisiensi sumber daya, dan praktik produksi berkelanjutan, sejalan dengan fokus keberlanjutan RI 5.0. [13].

B. Keterampilan Kognitif Tingkat Tinggi (*Advanced Cognitive Skills*)

- 1) Kemampuan untuk mengevaluasi informasi secara objektif, mengidentifikasi bias, menganalisis situasi kompleks, dan membuat keputusan yang logis dalam lingkungan yang tidak pasti.
- 2) Kemampuan untuk mengidentifikasi masalah yang tidak terstruktur, menganalisis akar penyebabnya, dan merancang solusi inovatif, seringkali melibatkan integrasi berbagai disiplin ilmu dan sumber daya. Ini memerlukan pendekatan sistemik [10].
- 3) Kemampuan untuk mengembangkan ide-ide baru, beradaptasi dengan perubahan yang cepat, dan menciptakan nilai dari peluang yang muncul, termasuk dalam pengembangan produk atau proses baru.
- 4) Melampaui kemampuan operasional dasar; mencakup kemampuan untuk berinteraksi dengan AI, memahami algoritma, mengevaluasi informasi digital, dan beradaptasi dengan software dan platform baru dengan cepat dan mandiri.

C. Keterampilan Sosial-Emosional (*Soft Skills*) dan *Human-Centric Skills*

- 1) Kemampuan untuk bekerja secara efektif dengan individu dari latar belakang teknis dan non-teknis yang berbeda, termasuk kolaborasi manusia-robot (*cobot-human interaction*), untuk mencapai tujuan bersama.
- 2) Kemampuan menyampaikan ide secara jelas dan ringkas, baik lisan maupun tulisan (misalnya laporan teknis, presentasi), serta kemampuan mendengarkan secara aktif dan memberikan umpan balik konstruktif.
- 3) Kemampuan untuk beradaptasi dengan perubahan teknologi, proses kerja, dan peran

pekerjaan yang terus berkembang. Ini juga mencakup kemampuan untuk bangkit dari kegagalan dan belajar dari kesalahan [7].

- 4) Kemampuan untuk memahami dan mengelola emosi diri sendiri dan orang lain, penting dalam lingkungan kerja yang kolaboratif dan dinamis.
- 5) Pendekatan iteratif untuk memecahkan masalah dengan fokus pada kebutuhan pengguna (*human-centered design*) dan eksperimen cepat.
- 6) Pemahaman tentang dampak etis dan sosial dari teknologi serta komitmen terhadap praktik kerja yang bertanggung jawab, berkelanjutan, dan inklusif. Ini adalah inti dari nilai-nilai RI 5.0 [1].

3.2. Analisis Kesenjangan Keterampilan: Persepsi Industri dan Akademisi Vokasi

Berdasarkan perbandingan antara keterampilan yang dibutuhkan industri dan keterampilan yang diamati pada lulusan vokasi (melalui wawancara dengan perwakilan industri dan akademisi vokasi, serta analisis dokumen kurikulum), ditemukan beberapa kesenjangan signifikan:

A. Kesenjangan dalam Keterampilan Teknis Lanjutan

- 1) Meskipun beberapa program vokasi mulai memperkenalkan konsep data, kedalaman penguasaan alat analisis data dan pemahaman dasar AI/ML masih sangat minim. Industri mengeluhkan lulusan yang hanya familiar dengan tools dasar tetapi belum mampu menginterpretasikan hasil analisis atau mengaplikasikan model prediktif sederhana untuk optimasi proses [9]. Akademisi mengakui tantangan dalam memperbarui kurikulum dan menyediakan perangkat lunak/perangkat keras yang memadai.
- 2) Integrasi pengetahuan tentang sistem siber fisik dan IoT dalam kurikulum masih bersifat parsial atau hanya teoritis. Kurangnya laboratorium yang memadai dan project-based learning yang relevan menghambat penguasaan praktis [12]. Industri melaporkan bahwa lulusan seringkali hanya memahami konsep, tetapi kesulitan dalam mengimplementasikan atau mengintegrasikan sistem.
- 3) Kesadaran akan pentingnya keamanan siber sudah ada, tetapi keterampilan praktis dalam mengidentifikasi kerentanan atau menerapkan mitigasi dasar masih kurang pada sebagian besar lulusan. Industri membutuhkan pekerja yang proaktif dalam menjaga keamanan sistem.

B. Kesenjangan dalam Keterampilan Kognitif Tingkat Tinggi

- 1) Kesenjangan yang paling sering disebut oleh pihak industri yaitu pemecahan masalah kompleks dan pemikiran kritis. Lulusan vokasi cenderung lebih terbiasa dengan masalah-masalah terstruktur yang ada dalam modul praktikum. Ketika dihadapkan pada masalah riil di industri yang multi-faktor, tidak terdefinisi dengan jelas, dan membutuhkan pendekatan lintas disiplin, mereka seringkali kesulitan untuk menganalisis akar masalah dan merumuskan solusi inovatif [8]. Akademisi mengakui bahwa metode pengajaran terkadang masih bersifat instruksional daripada mendorong pemikiran kritis.
- 2) Inovasi dan Kreativitas Kurikulum vokasi cenderung fokus pada reproduksi keterampilan

yang sudah ada daripada mendorong kemampuan berinovasi dan berpikir *out of thebox*. Ruang untuk eksperimen, proyek-proyek inovatif, dan design thinking masih terbatas, sehingga menghambat pengembangan kreativitas [10].

3.3. Kesenjangan dalam Keterampilan Sosial-Emosional (*Soft Skills*) dan *Human-Centric Skills*

- 1) Industri saat ini menuntut tenaga kerja vokasi yang sangat adaptif terhadap perubahan teknologi, proses kerja, dan peran pekerjaan yang terus berevolusi. Namun, banyak lulusan vokasi masih menunjukkan resistensi terhadap perubahan atau kesulitan untuk bangkit setelah menghadapi kegagalan, menandakan perlunya pengembangan mentalitas pertumbuhan (*growth mindset*) yang lebih kuat. Selain itu, meskipun program pendidikan menyertakan latihan kerja tim, kolaborasi dengan individu dari latar belakang disiplin ilmu yang sangat berbedamisalnya, IT dengan manufaktur, atau desainer dengan insinyur tetap menjadi tantangan. Pemahaman tentang kolaborasi manusia-robot (*cobots*) dan etika interaksinya pun belum banyak terintegrasi dalam pengalaman belajar.
- 2) Kemampuan komunikasi efektif seringkali menjadi titik lemah bagi lulusan vokasi. Mereka kerap kesulitan dalam menyampaikan laporan teknis secara ringkas, bernegosiasi, atau memberikan presentasi yang persuasif, padahal komunikasi yang jelas sangat krusial untuk efisiensi operasional di industri. Lebih lanjut, meskipun etika diajarkan, pemahaman mendalam tentang implikasi etis dari penggunaan teknologi seperti AI dan data, serta tanggung jawab sosial dalam produksi berkelanjutan, masih perlu ditingkatkan agar selaras dengan filosofi Revolusi Industri 5.0 [1].

3.4. Faktor-faktor Penyebab Kesenjangan Keterampilan

Beberapa faktor kunci diidentifikasi sebagai penyebab utama kesenjangan keterampilan:

- a. Kurikulum pendidikan vokasi seringkali lambat dalam mengadopsi perubahan teknologi dan kebutuhan industri yang cepat. Proses revisi kurikulum yang panjang dan birokratis menjadi hambatan utama.
- b. Banyak lembaga pendidikan vokasi masih kekurangan peralatan dan teknologi terbaru yang relevan dengan RI 5.0 (misalnya, laboratorium robotika canggih, platform big data). Hal ini membatasi pengalaman praktis siswa.
- c. Tidak semua instruktur vokasi memiliki pengalaman atau pelatihan yang memadai dalam teknologi RI 5.0. Keterbatasan kesempatan pengembangan profesional bagi dosen atau instruktur menghambat transfer pengetahuan terkini kepada siswa.
- d. Meskipun ada program magang, kolaborasi antara institusi pendidikan dan industri belum sepenuhnya terintegrasi. Industri seringkali tidak terlibat secara aktif dalam perumusan kurikulum atau memberikan masukan yang berkelanjutan. Program magang juga terkadang belum secara optimal memberikan pengalaman yang relevan dengan tantangan RI 5.0.
- e. Ada kecenderungan kuat untuk menekankan penguasaan hard skills yang spesifik dan terukur, sementara pengembangan soft skills dan *human-centric skills* yang krusial di RI 5.0 kurang mendapatkan perhatian yang sama.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini mengkonfirmasi adanya kesenjangan keterampilan yang signifikan pada tenaga kerja vokasi di Indonesia dalam menghadapi tuntutan Era Revolusi Industri 5.0. Kesenjangan ini tidak hanya terbatas pada hard skills terkait teknologi canggih seperti AI, IoT, dan robotika, tetapi juga sangat menonjol pada soft skills dan human-centric skills seperti pemikiran kritis, pemecahan masalah kompleks, adaptabilitas, kolaborasi lintas disiplin, dan etika digital. Faktor-faktor penyebab utama meliputi kurikulum yang kurang adaptif, keterbatasan infrastruktur, kualifikasi tenaga pengajar, dan kurangnya kolaborasi yang erat antara pendidikan vokasi dan industri. Untuk mengatasi kesenjangan ini, diperlukan reformasi kurikulum yang komprehensif, peningkatan kapasitas tenaga pengajar, penguatan kolaborasi industri-vokasi yang terstruktur, investasi dalam infrastruktur teknologi, dan pembaruan kerangka kualifikasi nasional yang responsif. Dengan demikian, pendidikan vokasi dapat berperan optimal dalam mencetak sumber daya manusia yang kompeten, relevan, dan siap bersaing di pasar kerja global yang dinamis serta berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan di era RI 5.0.

Rekomendasi Strategis untuk Pendidikan Vokasi di Era RI 5.0

Pendidikan vokasi perlu beradaptasi secara cepat dan komprehensif untuk menghadapi tantangan Revolusi Industri 5.0 (RI 5.0). Strategi utama meliputi reformasi kurikulum, peningkatan kapasitas pengajar, kolaborasi industri-vokasi yang holistik, investasi infrastruktur teknologi, dan pengembangan kerangka kualifikasi nasional yang responsif.

1. Reformasi Kurikulum Berbasis RI 5.0
2. Peningkatan Kapasitas Tenaga Pengajar
3. Investasi dalam Infrastruktur Teknologi Canggih

DAFTAR REFERENSI

- [1] Nahavandi, S. (2019). *Industry 5.0: A Human-Centric Perspective*. *Transactions of the Institute of Measurement and Control*, 41(7), 1622-1627. <https://doi.org/10.1177/0142331219858713>
- [2] Wattanaporn, D., & Techawongstien, S. (2020). Challenges and Opportunities for TVET in the Era of Industry 4.0: A Case Study of Thailand. *Journal of Technical Education and Training*, 12(1), 78-89.
- [3] Park, H., Yoon, J., & Kim, J. (2021). The Concept of Industry 5.0 and the Future of Manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, 60, 269-278. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.05.006>
- [4] Maddikunta, P. K. R., Deepa, N., Lakshminarayana, S., Chakravarthy, V. V. S. S., & Singh, M. (2022). Industry 5.0: A Survey on Enabling Technologies, Human-Centric Perspective, and Future Directions. *Journal of Industrial Information Integration*, 29, 100371. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2022.100371>
- [5] World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum.

- [6] Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Business.
- [7] World Bank. (2019). *The Changing Nature of Work: World Development Report 2019*. World Bank Publications.
- [8] Li, X., Wang, Y., & Zhang, H. (2019). Soft Skills Requirements for Vocational Graduates in the Era of Industry 4.0. *Education + Training*, 61(2), 227-240. <https://doi.org/10.1108/ET-07-2018-0158>
- [9] Chen, L., & Wang, J. (2020). Skill Gaps in Vocational Education and Training in the Digital Age. *Journal of Vocational Education & Training*, 72(1), 89-105. <https://doi.org/10.1080/13636820.2019.1678123>
- [10] OECD. (2021). *The Future of Education and Skills 2030: Learning Compass 2030*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning-compass-2030/>
- [11] Han, H., & Lee, S. (2018). The Role of Industry-Academia Collaboration in Developing Human Resources for Industry 4.0. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 97(9-12), 3359-3367. <https://doi.org/10.1007/s00170-018-2122-z>
- [12] Hassan, N. A., Nor Azwadi, N. A., Omar, M. K., Rahman, Z. A., & Said, S. N. (2021). Challenges in Implementing Industry 4.0 in Vocational Education and Training (VET): A Review. *International Journal of Education and Practice*, 9(1), 1-12. <https://doi.org/10.18488/journal.61.2021.91.1.12>
- [13] Gehrke, F., Wulff, J., & Schulz, R. (2020). Developing Green Skills for Industry 4.0: Challenges and Opportunities for Vocational Education and Training. *Sustainability*, 12(19), 7956. <https://doi.org/10.3390/su12197956>