

PENGEMBANGAN KURIKULUM PENDIDIKAN TEKNOLOGI VOKASI BERBASIS KEWIRAUSAHAAN UNTUK MENGHADAPI REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DI BIDANG TEKNOLOGI MANUFAKTUR

Ulfi Latifah

Mahasiswa, Pendidikan Teknologi Kejuruan, Universitas Negeri Padang, Indonesia
ulfilatifah1@gmail.com

Asmar Yulastri

Dosen, Pendidikan Teknologi Kejuruan, Universitas Negeri Padang, Indonesia
yun064@fpp.unp.ac.id

Yuliana

Dosen, Pendidikan Teknologi Kejuruan, Universitas Negeri Padang, Indonesia
yuliana@fpp.unp.ac.id

Yudha Aditya Fiandra

Dosen, Pendidikan Teknologi Kejuruan, Universitas Negeri Padang, Indonesia
yudhaaditya1994@gmail.com

Abstrak

Revolusi Industri 4.0 membawa transformasi signifikan dalam sektor manufaktur, dengan adopsi teknologi canggih seperti Internet of Things, analisis big data, kecerdasan buatan, dan otomatisasi proses produksi. Untuk menghadapi tantangan ini, lulusan pendidikan teknologi vokasi perlu dibekali tidak hanya keterampilan teknis, tetapi juga keterampilan kewirausahaan seperti kreativitas, inovasi, pengambilan risiko, dan identifikasi peluang bisnis. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kurikulum pendidikan teknologi vokasi berbasis kewirausahaan yang selaras dengan tuntutan Revolusi Industri 4.0 di bidang teknologi manufaktur. Melalui studi literatur yang komprehensif, penelitian ini mengeksplorasi konsep kewirausahaan, dampak Revolusi Industri 4.0 pada sektor manufaktur, dan prinsip-prinsip pengembangan kurikulum yang relevan. Hasil penelitian menunjukkan perlunya integrasi keterampilan kewirausahaan, keterampilan teknis manufaktur, serta keterampilan terkait Industri 4.0 seperti pemrograman, analisis data, pemikiran kritis, dan kolaborasi dalam kurikulum. Implementasi kurikulum ini membutuhkan kolaborasi erat antara institusi pendidikan dan industri, serta evaluasi berkala untuk memastikan relevansinya dengan perkembangan terkini.

Kata kunci: pendidikan teknologi vokasi, kewirausahaan, Revolusi Industri 4.0, teknologi manufaktur, pengembangan kurikulum.

Abstract

The Industrial Revolution 4.0 has brought significant transformations in the manufacturing sector, with the adoption of advanced technologies such as the Internet of Things, big data analysis, artificial intelligence, and automation of production processes. To face these challenges, graduates of vocational technology education need to be equipped with not only technical skills, but also entrepreneurial skills such as creativity, innovation, risk taking, and identification of business opportunities. This study aims to develop an entrepreneurship-based vocational technology education curriculum that is in line with the demands of the Industrial Revolution 4.0 in the field of manufacturing technology. Through a comprehensive literature study, this study explores the concept of entrepreneurship, the impact of the Industrial Revolution 4.0 on the manufacturing sector, and the principles of relevant curriculum development. The results of the study indicate the need for integration of entrepreneurial skills, manufacturing technical skills, and Industry 4.0-related skills such as programming, data analysis, critical thinking, and collaboration in the curriculum.

The implementation of this curriculum requires close collaboration between educational institutions and industry, as well as periodic evaluation to ensure its relevance to current developments.

Keywords: vocational technology education, entrepreneurship, Industrial Revolution 4.0, manufacturing technology, curriculum development.



© Author(s) 2024

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

PENDAHULUAN

Di era globalisasi dan perkembangan teknologi yang pesat, kebutuhan tenaga kerja yang terampil dan berkualitas menjadi semakin penting untuk mendorong pertumbuhan ekonomi dan daya saing industri. Pendidikan teknologi kejuruan memainkan peran penting dalam mempersiapkan individu dengan keterampilan dan pengetahuan praktis yang dibutuhkan untuk berpartisipasi secara produktif di dunia kerja, terutama di sektor manufaktur.

Pendidikan teknologi kejuruan, yang juga dikenal sebagai pendidikan kejuruan atau teknis, bertujuan untuk mengembangkan keterampilan teknis, pengetahuan, dan sikap yang diperlukan bagi individu untuk mengejar karir di bidang tertentu.¹ Pendidikan ini memberikan pelatihan praktis dan pengalaman langsung yang relevan dengan kebutuhan industri, sehingga para lulusannya siap untuk memasuki dunia kerja secara langsung. Di sektor manufaktur, ketersediaan tenaga kerja terampil yang kompeten dalam mengoperasikan mesin, memahami proses produksi, dan menguasai teknologi terkait sangat penting untuk memastikan efisiensi dan kualitas produksi.

Pendidikan teknologi kejuruan tidak hanya berfokus pada pengembangan keterampilan teknis, tetapi juga mengintegrasikan aspek-aspek lain seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, komunikasi, dan kerja sama tim.² Kombinasi keterampilan ini memungkinkan lulusan untuk beradaptasi lebih baik dengan perubahan lingkungan kerja dan berkontribusi secara signifikan dalam operasi industri.

Selain itu, pendidikan teknologi kejuruan juga membantu mengatasi kesenjangan antara permintaan dan penawaran tenaga kerja terampil. Sektor manufaktur sering kali mengalami kekurangan tenaga kerja yang memiliki keterampilan yang dibutuhkan, terutama di bidang teknis

¹ U. B. Haruna dkk., "Impact of Entrepreneurship, Vocational and Technical Education on NCE Graduating Students to be Self-employed in Some Selected COE in the North East, Nigeria" 11 (2019): 44–54, <https://doi.org/10.7176/EJBM/11-30-06>.

² S Sunyoto dan A Setiyawan, "Entrepreneurship Education in Vocational Schools in Indonesia," t.t., <https://doi.org/10.5772/intechopen.94046>.

seperti teknik mesin, listrik, otomotif, dan teknik lainnya.³ Dengan menyediakan program pendidikan yang relevan dan berkualitas, lembaga pendidikan teknologi kejuruan dapat menghasilkan lulusan yang siap kerja dan memenuhi kebutuhan industri.

Meskipun pentingnya pendidikan teknologi vokasi dalam mempersiapkan tenaga kerja yang terampil tidak dapat dipungkiri, sektor manufaktur saat ini menghadapi tantangan besar dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0. Revolusi Industri 4.0, yang juga dikenal sebagai Industri 4.0 atau Revolusi Industri 4.0, adalah transformasi mendasar dalam cara industri memproduksi dan beroperasi melalui digitalisasi dan otomasi yang cerdas.⁴

Revolusi Industri 4.0 ditandai dengan penggunaan teknologi canggih seperti Internet of Things (IoT), analisis data besar, kecerdasan buatan, robotika, komputasi awan, dan sistem siber-fisik.⁵ Teknologi-teknologi ini memungkinkan integrasi yang erat antara dunia fisik dan digital, menciptakan lingkungan produksi yang lebih efisien, fleksibel, dan terhubung.

Dampak Revolusi Industri 4.0 terhadap sektor manufaktur sangat signifikan. Proses produksi menjadi lebih otomatis dan terdigitalisasi, memungkinkan produksi massal yang disesuaikan dengan preferensi individu (kustomisasi massal) dan meningkatkan efisiensi sumber daya.⁶ Selain itu, Industri 4.0 juga mendorong transformasi dalam rantai pasokan, logistik, dan manajemen operasional, dengan memanfaatkan kemampuan analisis data besar dan sistem pengambilan keputusan yang cerdas.

Namun, transformasi ini juga membawa tantangan baru bagi tenaga kerja di sektor manufaktur. Otomatisasi dan digitalisasi proses produksi dapat mengurangi kebutuhan tenaga kerja manual dan menggantinya dengan mesin atau sistem otomatis.⁷ Hal ini mengakibatkan pergeseran jenis keterampilan yang dibutuhkan, dari keterampilan fisik ke arah keterampilan kognitif dan teknologi.

Untuk menghadapi tantangan ini, lulusan pendidikan teknologi kejuruan perlu dibekali dengan keterampilan yang sesuai dengan tuntutan Revolusi Industri 4.0. Mereka tidak hanya membutuhkan keterampilan teknis yang berkaitan dengan pengoperasian mesin dan proses produksi, tetapi juga keterampilan baru seperti pemrograman, analisis data, pemecahan masalah

³ S Abdullah, *Entrepreneurship Education in Technical Vocational Education and Training (TVET) and Models of Implementation*, t.t.

⁴ T. K Sung, "Industry 4.0: A Korea perspective," *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, 132, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.005>.

⁵ H Lasi dkk., "Industry 4.0," *Business & Information Systems Engineering* 6 (2014): 239–42, <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>.

⁶ Lasi dkk.

⁷ Sung, "Industry 4.0: A Korea perspective."

yang kompleks, berpikir kritis, kreativitas, dan kemampuan beradaptasi terhadap perubahan teknologi.⁸

Dalam konteks Revolusi Industri 4.0, keterampilan kewirausahaan menjadi semakin penting bagi lulusan pendidikan teknologi kejuruan. Kewirausahaan, atau kewirausahaan, mengacu pada kemampuan untuk mengidentifikasi peluang bisnis, mengembangkan ide-ide inovatif, dan membangun usaha baru.⁹ Keterampilan ini tidak hanya relevan bagi mereka yang ingin memulai bisnis mereka sendiri, tetapi juga bagi individu yang bekerja di industri manufaktur.

Di era Industri 4.0, sektor manufaktur mengalami perubahan yang cepat dan dinamis, dengan munculnya teknologi baru, model bisnis yang inovatif, dan permintaan pasar yang terus berubah. Dalam lingkungan yang sangat kompetitif ini, kemampuan untuk berpikir kreatif, menghasilkan ide-ide baru, dan beradaptasi dengan perubahan sangatlah penting.¹⁰ Keterampilan kewirausahaan memungkinkan individu untuk mengidentifikasi peluang bisnis baru, mengembangkan produk atau layanan inovatif, dan berkontribusi pada pertumbuhan dan daya saing perusahaan manufaktur.

Selain itu, kemampuan kewirausahaan juga membantu lulusan pendidikan teknologi kejuruan untuk lebih fleksibel dan tangguh dalam menghadapi perubahan di dunia kerja. Dengan kemampuan berinovasi dan mengidentifikasi peluang, mereka dapat lebih mudah beradaptasi dengan pergeseran yang terjadi di industri manufaktur, seperti pergeseran ke arah produksi yang lebih terspesialisasi atau adopsi teknologi baru.¹¹

Oleh karena itu, integrasi keterampilan kewirausahaan dalam kurikulum pendidikan teknologi kejuruan menjadi sangat penting untuk mempersiapkan lulusan yang siap menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0. Keterampilan ini tidak hanya memberikan keunggulan kompetitif bagi lulusan di pasar tenaga kerja, tetapi juga mendorong inovasi dan pertumbuhan di sektor manufaktur secara keseluruhan.

Meskipun pentingnya keterampilan kewirausahaan dalam menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0 telah diakui secara luas, masih ada kesenjangan dalam integrasi aspek kewirausahaan dalam kurikulum pendidikan teknologi kejuruan saat ini. Sebagian besar kurikulum masih berfokus pada pengembangan keterampilan teknis dan praktis yang spesifik pada bidang tertentu,

⁸ Sung.

⁹ Sunyoto dan Setiyawan, "Entrepreneurship Education in Vocational Schools in Indonesia."

¹⁰ Abdullah, *Entrepreneurship Education in Technical Vocational Education and Training (TVET) and Models of Implementation*.

¹¹ Haruna dkk., "Impact of Entrepreneurship, Vocational and Technical Education on NCE Graduating Students to be Self-employed in Some Selected COE in the North East, Nigeria."

tanpa memberikan perhatian yang cukup pada keterampilan kewirausahaan seperti kreativitas, inovasi, pengambilan risiko, dan identifikasi peluang bisnis.

Sebuah studi yang dilakukan oleh Ajike¹² terhadap institusi pendidikan kejuruan di Finlandia menunjukkan bahwa hanya sekitar 25% kurikulum yang mengintegrasikan aspek-aspek kewirausahaan secara eksplisit. Penelitian tersebut juga mengungkapkan bahwa sebagian besar pendidik kejuruan masih memiliki persepsi yang terbatas mengenai kewirausahaan, sehingga kurang mampu mengintegrasikannya secara efektif dalam proses pembelajaran.

Penelitian serupa yang dilakukan di Indonesia oleh Iliani¹³ juga menemukan bahwa kurikulum pendidikan kejuruan di Indonesia masih kurang menekankan pada pengembangan keterampilan kewirausahaan. Hanya sebagian kecil lembaga pendidikan kejuruan yang menawarkan mata pelajaran atau program khusus yang berkaitan dengan kewirausahaan, sementara mayoritas kurikulum masih berfokus pada keterampilan teknis yang spesifik untuk bidang tertentu.

Kurangnya orientasi kewirausahaan dalam kurikulum pendidikan teknologi kejuruan ini dapat menyebabkan lulusannya kurang siap untuk menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0, di mana kemampuan untuk berinovasi, beradaptasi, dan mengidentifikasi peluang bisnis baru menjadi hal yang krusial.

Masalah lainnya adalah kurangnya integrasi keterampilan kewirausahaan secara spesifik dalam kurikulum pendidikan teknologi manufaktur. Sektor manufaktur merupakan salah satu sektor yang paling terdampak oleh Revolusi Industri 4.0, dengan adanya digitalisasi, otomatisasi, dan adopsi teknologi canggih seperti Internet of Things (IoT), big data analytics, dan artificial intelligence (AI).

Namun, sebuah studi yang dilakukan oleh Aloulou¹⁴ terhadap institusi pendidikan kejuruan di Tunisia menemukan bahwa kurikulum di bidang teknologi manufaktur, seperti teknik mesin, teknik elektro, dan teknik industri, masih kurang dalam mengintegrasikan aspek-aspek kewirausahaan. Studi tersebut mengungkapkan bahwa hanya sekitar 15% dari total waktu pembelajaran yang dialokasikan untuk mengembangkan keterampilan kewirausahaan dalam mata kuliah yang berhubungan dengan manufaktur.

¹² E Ajike dkk., "Entrepreneurship Education and Entrepreneurial Intentions: the Role of Theory of Planned Behaviour," *International Journal of Advanced Research in Social Engineering and Development Strategies* 3 (2015): 118–35.

¹³ A. I. Iliani dkk., "Entrepreneurship Development Based on Teaching Factory in Fashion Design Skill Program at Vocational High School," *Teknologi Dan Kejuruan: Jurnal Teknologi, Kejuruan, Dan Pengajarannya* 45, no. 2 (2022): 168–73, <https://doi.org/10.17977/um031v45i22022p168-173>.

¹⁴ W. J Aloulou, R Cherif, dan A Gdoura, *Entrepreneurship education and training in Tunisia: an early overview -actors, contents and outcomes*, 2003.

Data ini mengindikasikan bahwa lulusan dari program studi teknologi manufaktur cenderung tidak memiliki kemampuan kewirausahaan yang memadai untuk menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0. Padahal, sektor manufaktur membutuhkan tenaga kerja yang tidak hanya terampil dalam aspek teknis, tetapi juga memiliki kemampuan untuk berinovasi, mengidentifikasi peluang bisnis baru, dan beradaptasi dengan perubahan teknologi yang cepat.

Kurangnya integrasi keterampilan kewirausahaan dalam kurikulum teknologi manufaktur dapat menyebabkan kesenjangan antara kompetensi lulusan dengan tuntutan industri di era Industri 4.0, sehingga menghambat daya saing dan pertumbuhan sektor manufaktur secara keseluruhan.

Permasalahan lain yang muncul adalah kesenjangan antara keterampilan yang dimiliki oleh lulusan pendidikan vokasi teknologi dengan keterampilan yang dibutuhkan oleh industri, terutama dalam konteks Revolusi Industri 4.0. Revolusi Industri 4.0 telah mengubah lanskap industri secara signifikan, dengan munculnya teknologi baru, model bisnis yang inovatif, dan tuntutan pasar yang berubah.

Sebuah studi yang dilakukan oleh Benesova¹⁵ mengungkapkan bahwa terdapat kesenjangan yang cukup besar antara keterampilan yang dimiliki oleh lulusan pendidikan vokasi dengan keterampilan yang dibutuhkan oleh industri di era Industri 4.0. Studi tersebut menemukan bahwa hanya sekitar 30% lulusan pendidikan vokasi yang memiliki keterampilan yang sesuai dengan kebutuhan industri, seperti keterampilan dalam mengoperasikan teknologi canggih, menganalisis big data, dan berpikir kritis dalam memecahkan masalah yang kompleks.

Kesenjangan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kurangnya kolaborasi antara institusi pendidikan vokasi dan industri dalam merancang kurikulum, kurangnya pelatihan dan peningkatan keterampilan bagi para pendidik vokasi, dan kurangnya investasi dalam infrastruktur dan peralatan yang mendukung pembelajaran teknologi terkini.

Konsekuensi dari kesenjangan ini adalah sulitnya lulusan pendidikan vokasi untuk mendapatkan pekerjaan yang sesuai dengan kualifikasinya, serta lambatnya adopsi teknologi dan inovasi di industri karena kurangnya tenaga kerja yang memiliki keterampilan yang dibutuhkan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan upaya komprehensif untuk mengembangkan kurikulum pendidikan vokasi teknologi yang berorientasi pada kewirausahaan dan selaras dengan tuntutan Revolusi Industri 4.0. Hal ini mencakup pembaruan kurikulum secara berkala, peningkatan kualitas pendidik vokasi, kolaborasi yang erat dengan industri, serta investasi infrastruktur dan peralatan yang mendukung pembelajaran teknologi terkini.

¹⁵ A Benesova dan J Tupa, "Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0.," *Procedia Manufacturing* 11 (2017): 2195–2202, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kurikulum pendidikan teknologi vokasi berbasis kewirausahaan yang selaras dengan tuntutan Revolusi Industri 4.0 di bidang teknologi manufaktur. Secara khusus, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengintegrasikan aspek-aspek keterampilan kewirausahaan, seperti kreativitas, inovasi, pengambilan risiko, dan identifikasi peluang bisnis, secara komprehensif dalam kurikulum pendidikan teknologi manufaktur. Hal ini diharapkan dapat memperkuat keterampilan dan kompetensi lulusan untuk menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0, termasuk kemampuan mengoperasikan teknologi canggih, menganalisis big data, berpikir kritis, dan beradaptasi dengan perubahan teknologi dan model bisnis yang cepat.

Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas kurikulum berbasis kewirausahaan dalam meningkatkan kesiapan lulusan untuk memasuki dunia kerja di sektor manufaktur yang telah bertransformasi dengan adanya Revolusi Industri 4.0. Penelitian ini akan mengidentifikasi faktor pendukung dan penghambat dalam implementasi kurikulum, serta merumuskan strategi untuk mengatasi tantangan tersebut. Selain itu, penelitian ini juga akan mendorong kolaborasi yang lebih erat antara institusi pendidikan teknologi kejuruan dan industri manufaktur dalam merancang dan mengimplementasikan kurikulum yang relevan. Pada akhirnya, penelitian ini akan memberikan rekomendasi kebijakan dan praktik terbaik bagi institusi pendidikan teknologi vokasi dan pemangku kepentingan lainnya dalam mengembangkan kurikulum berorientasi kewirausahaan yang sesuai dengan tuntutan Revolusi Industri 4.0 di bidang teknologi manufaktur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan menggunakan pendekatan kualitatif melalui studi literatur yang komprehensif. Studi literatur merupakan metode yang tepat untuk mengeksplorasi konsep dan teori yang relevan dengan topik penelitian. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan, mensintesis, dan menganalisis informasi dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, laporan, dan publikasi lain yang berkaitan dengan pendidikan teknologi kejuruan, kewirausahaan, Revolusi Industri 4.0, dan pengembangan kurikulum.

Proses studi literatur akan dimulai dengan mengidentifikasi kata kunci yang relevan dengan topik penelitian. Kata kunci tersebut akan digunakan untuk mencari dan mengumpulkan sumber literatur dari database elektronik seperti Google Scholar, ScienceDirect, JSTOR, dan lain-lain. Sumber literatur yang dikumpulkan akan mencakup jurnal penelitian, buku, laporan, dan publikasi lain yang diterbitkan dalam kurun waktu tertentu, misalnya dalam kurun waktu 10 tahun terakhir.

Setelah mengumpulkan sumber-sumber literatur yang relevan, peneliti akan melakukan analisis konten untuk mengidentifikasi tema utama, konsep-konsep utama, temuan penelitian, dan rekomendasi yang terkait dengan topik penelitian. Analisis konten ini akan membantu peneliti dalam mensintesis informasi dari berbagai sumber dan mengidentifikasi kesenjangan atau peluang penelitian yang ada.

Hasil studi literatur akan digunakan sebagai landasan teori dan kerangka konseptual untuk mengembangkan kurikulum pendidikan teknologi kejuruan berbasis kewirausahaan yang selaras dengan tuntutan Revolusi Industri 4.0 di bidang teknologi manufaktur. Peneliti akan mengintegrasikan temuan-temuan dari studi literatur untuk merancang kurikulum yang komprehensif, meliputi aspek-aspek seperti kreativitas, inovasi, keberanian mengambil risiko, identifikasi peluang bisnis, serta keterampilan teknis yang relevan dengan teknologi manufaktur di era Industri 4.0.

Selain itu, studi literatur juga akan digunakan untuk mengidentifikasi faktor pendukung dan penghambat dalam implementasi kurikulum berbasis kewirausahaan, serta strategi untuk mengatasi tantangan tersebut. Peneliti akan merumuskan rekomendasi kebijakan dan praktik terbaik bagi institusi pendidikan vokasi teknologi dan pemangku kepentingan lainnya dalam mengembangkan kurikulum yang selaras dengan tuntutan Revolusi Industri 4.0 di bidang teknologi manufaktur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendidikan Teknologi Kejuruan di Indonesia

Di Indonesia, pendidikan teknologi kejuruan dikenal dengan nama Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 29 Tahun 1990, SMK bertujuan untuk menyiapkan peserta didik agar memiliki keterampilan kejuruan, akhlak mulia, kecerdasan, dan keterampilan untuk memasuki lapangan kerja serta mengembangkan sikap profesional.

"SMK sebagai salah satu bentuk satuan pendidikan kejuruan bertujuan untuk menyiapkan peserta didik agar dapat bekerja, baik secara mandiri atau mengisi lowongan pekerjaan yang ada di dunia usaha dan dunia industri sebagai tenaga kerja tingkat menengah, sesuai dengan bidang dan program keahlian yang diminatinya."¹⁶

Kurikulum SMK di Indonesia mengacu pada Kurikulum 2013 yang menekankan pada pengembangan kompetensi peserta didik secara holistik yang mencakup ranah sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Kurikulum SMK terdiri dari:

¹⁶ Fanny Paramitasari dan Muhyadi, "Pengaruh Motivasi Berwirausaha dan Pengetahuan Kewirausahaan terhadap Minat Berwirausaha Siswa Kelas XI Kompetensi Keahlian Administrasi Perkantoran SMKN 1 Bantul," *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran* 5 (2016): 238–48.

1. Muatan Nasional (Pendidikan Agama, Pendidikan Kewarganegaraan, Bahasa Indonesia, Matematika, Sejarah Indonesia, Bahasa Inggris)
2. Muatan Peminatan Kejuruan (Dasar Bidang Keahlian, Dasar Program Keahlian, Kompetensi Keahlian)
3. Muatan Lokal
4. Porsi muatan peminatan kejuruan mencapai 60-70% dari total alokasi waktu di SMK. Pembelajaran dilakukan dengan menggunakan pendekatan saintifik dan berbasis produk/jasa.

Tabel 1: Jenis Bidang Keahlian di SMK (Sumber: Direktorat Pembinaan SMK, 2015)

Bidang Keahlian	Jurusan/Kompetensi
Maritim	Pelayaran Niaga, Ilmu Kelautan, Teknik Kelautan, Perikanan dan Kelautan, Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan
Teknologi dan Rekayasa	Teknik Sipil, Teknik Geomatika, Teknik Elektro, Teknik Mesin, Teknik Dirgantara, Teknik Industri, Teknik Kimia, Teknik Elektro, Teknik Otomotif, Teknik Kelautan
Bisnis dan Manajemen	Kuangan, Akuntansi, Manajemen Pemasaran, Administrasi Perkantoran, Bisnis dan Pemasaran Online
Kesehatan dan Pekerjaan Sosial	Keperawatan, Kebidanan, Farmasi, Analisis Kesehatan, Kesehatan Masyarakat, Pekerjaan Sosial
Agribisnis dan Agroteknologi	Agribisnis Tanaman Pangan, Agribisnis Hortikultura, Agribisnis Peternakan, Agribisnis Perikanan, Agroteknologi, Agroindustri
Teknologi Informasi dan Komunikasi	Teknik Komputer dan Informatika, Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi, Teknik Penyiaran, Teknik Multimedia, Teknik Perangkat Lunak
Energi dan Pertambangan	Teknik Pertambangan, Teknik Perminyakan, Teknik Geologi, Teknik Geofisika, Teknik Metalurgi, Teknik Pengolahan Mineral
Pariwisata	Perhotelan, Kuliner, Tata Graha, Layanan Perjalanan, Pariwisata

Revolusi Industri 4.0 mengharuskan SMK untuk menyesuaikan kurikulumnya agar lulusannya memiliki keterampilan yang sesuai. Tantangan yang dihadapi antara lain:

1. Menyesuaikan kompetensi keahlian dengan perkembangan teknologi industri seperti robotika, Internet of Things, analisis big data, dan kecerdasan buatan.
2. Meningkatkan kolaborasi dengan industri/bisnis untuk menyelaraskan kurikulum dan program pelatihan guru.
3. Mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi pada siswa.

"Saat ini, SMK menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0 yang mengharuskan lulusan SMK tidak hanya memiliki hard skill tetapi juga soft skill seperti kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi."¹⁷

Kewirausahaan dalam Pendidikan Teknologi Kejuruan

Kewirausahaan sangat penting dalam menghadapi Revolusi Industri 4.0 karena beberapa alasan:

1. Mendorong inovasi dan penciptaan produk/jasa baru untuk memenuhi permintaan pasar yang dinamis.
2. Menciptakan lapangan kerja baru seiring dengan disrupsi teknologi yang menggantikan pekerjaan manual.
3. Mengembangkan kemampuan untuk berpikir kreatif, berani mengambil risiko, dan mengidentifikasi peluang.

"Kewirausahaan sangat penting di era Revolusi Industri 4.0 karena berperan dalam menciptakan lapangan kerja baru, meningkatkan produktivitas, dan mendorong inovasi teknologi."¹⁸

Beberapa kemampuan kewirausahaan yang penting dimiliki oleh lulusan SMK antara lain:

1. Kreativitas dan inovasi dalam mengembangkan produk/jasa baru.
2. Kemampuan untuk mengidentifikasi dan memanfaatkan peluang bisnis.
3. Kemampuan untuk mengambil risiko yang diperhitungkan.
4. Kemampuan manajemen dan kepemimpinan dalam mengelola bisnis.
5. Keterampilan pemasaran dan penjualan produk/jasa.

Upaya untuk mengintegrasikan kewirausahaan dalam kurikulum SMK di Indonesia antara lain:

1. Menawarkan mata pelajaran kewirausahaan di semua kompetensi keahlian.
2. Mengintegrasikan aspek kewirausahaan dalam mata pelajaran produktif melalui proyek-proyek kewirausahaan.
3. Menyelenggarakan kegiatan ekstrakurikuler seperti Unit Produksi, Koperasi Siswa, dan Business Center.
4. Meningkatkan peran instruktur/guru sebagai fasilitator dan motivator kewirausahaan.

¹⁷ A. M. Nur, N. Nasrah, dan A. Amal, "Blended Learning: Penerapan dan Pengaruhnya Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Program Studi PGSD," *Jurnal Basicedu* 6 (2022): 1263–76, <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2189>.

¹⁸ P. G Subhaktiyasa, "Entrepreneurship Opportunities in Education during Industrial Revolution 4.0.," *PUBLIK: Jurnal Manajemen Sumber Daya Manusia, Administrasi Dan Pelayanan Publik* 10, no. 3 (2023): 793–800.

Revolusi Industri 4.0 dan Dampaknya pada Sektor Manufaktur

Revolusi Industri 4.0 merupakan era industri baru yang secara masif menggabungkan teknologi otomasi dengan teknologi siber. Karakteristiknya antara lain:

- 1. Internet of Things (IoT) yang menghubungkan mesin, produk, dan sistem.
- 2. Analisis data besar untuk pengambilan keputusan.
- 3. Komputasi awan untuk akses online ke data dan layanan.
- 4. Robotika dan otomatisasi proses manufaktur.
- 5. Integrasi sistem siber-fisik.

"Revolusi Industri 4.0 mengakibatkan perubahan besar pada proses manufaktur dengan memanfaatkan teknologi siber untuk menggabungkan dunia fisik, digital, dan biologis."¹⁹

Revolusi Industri 4.0 memberikan dampak yang signifikan terhadap sektor manufaktur, antara lain:

- 1. Fleksibilitas produksi sesuai dengan permintaan individu (mass customization).
- 2. Efisiensi dan optimalisasi proses produksi dengan otomatisasi dan robotika.
- 3. Penghematan waktu dan biaya melalui simulasi dan pemodelan virtual.
- 4. Peningkatan kualitas produk dan layanan dengan bantuan sistem pemantauan yang cerdas.
- 5. Transformasi rantai pasokan dan logistik yang lebih terintegrasi dan transparan

Tabel 2: Perbandingan Karakteristik Manufaktur Konvensional dan Industri 4.0

Aspek	Manufaktur Konvensional	Industri 4.0
Produk	Standar	Dikustomisasi (customisasi massal)
Manufaktur	Otomasi Terbatas	Otomasi Penuh
Optimalisasi	Terpisah	Terintegrasi
Data	Terbatas	Big Data
Sistem	Tertutup	Sistem Terbuka
Konektivitas	Rendah	Tinggi
Kecerdasan Buatan	Minimal	Terintegrasi
Tenaga Kerja	Manual	Terampil dan Dapat Beradaptasi dengan Teknologi
Kecepatan Produksi	Lambat	Cepat dan Fleksibel
Biaya Produksi	Tinggi	Efisien dan Hemat Biaya
Kualitas Produk	Bervariasi	Konsisten dan Terjamin

¹⁹ E Risdianto dan M Cs, *Analisis Pendidikan Indonesia di Era Revolusi Industri 4.0.*, 2019.

Keamanan Siber	Rendah	Tinggi
Keberlanjutan	Terbatas	Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan

Untuk sukses di era Industri 4.0, tenaga kerja di sektor manufaktur membutuhkan keterampilan baru, antara lain

1. Keterampilan teknologi, seperti pemrograman komputer, mengoperasikan sistem otomasi, dan memelihara robot industri.
2. Kemampuan analisis big data untuk mengoptimalkan proses produksi.
3. Kemampuan pemecahan masalah yang kompleks dan berpikir kritis.
4. Kreativitas dan kemampuan berinovasi untuk mengembangkan produk/proses baru.
5. Kemampuan kolaborasi dan komunikasi dalam tim multidisiplin.²⁰

"Lulusan SMK harus dibekali dengan keterampilan terkini seperti kemampuan mengoperasikan sistem otomasi, menganalisis big data, dan berpikir kritis agar dapat bekerja di industri manufaktur di era Revolusi Industri 4.0."²¹

Pengembangan Kurikulum Pendidikan Teknologi Kejuruan Berbasis Kewirausahaan

Dalam mengembangkan kurikulum pendidikan teknologi kejuruan berbasis kewirausahaan untuk menghadapi Revolusi Industri 4.0, perlu memperhatikan beberapa prinsip sebagai berikut:

1. Relevansi dengan kebutuhan industri dan pasar tenaga kerja yang dinamis.
2. Fleksibilitas untuk beradaptasi dengan perubahan teknologi dan model bisnis.
3. Keseimbangan antara keterampilan teknis, kemampuan kerja, dan kewirausahaan.
4. Kolaborasi dengan industri, organisasi profesi, dan pemangku kepentingan lainnya.
5. Pembelajaran sepanjang hayat untuk mengikuti perkembangan terkini.

Beberapa model pengembangan kurikulum yang relevan dengan konteks pendidikan teknologi kejuruan di era Industri 4.0 dan berbasis kewirausahaan antara lain:

1. Model berbasis kompetensi, dengan fokus pada pencapaian kompetensi sesuai dengan kebutuhan industri.
2. Model berbasis proyek, melatih keterampilan melalui kerja proyek yang realistis dan inovatif.
3. Model berbasis masalah, mengembangkan keterampilan pemecahan masalah yang kompleks.

²⁰ Kemendikbud, "Struktur kurikulum sekolah menengah kejuruan (SMK)/ madrasah aliyah kejuruan (MAK)," Kemendikbud, 2018, <http://psmk.kemdikbud.go.id/konten/3824/struktur-kurikulum-smk-perdirjen-dikdasmen-no-07dd5kk2018-tanggal-7-juni-2018>.

²¹ Risdianto dan Cs, *Analisis Pendidikan Indonesia di Era Revolusi Industri 4.0*.

4. Model berbasis kewirausahaan, mengintegrasikan keterampilan kewirausahaan seperti kreativitas, inovasi, dan identifikasi peluang bisnis.

Dalam mengembangkan kurikulum pendidikan teknologi kejuruan berbasis kewirausahaan, perlu mempertimbangkan beberapa faktor penting, seperti:

1. Kebutuhan tenaga kerja industri di era Industri 4.0 dan keterampilan yang dibutuhkan.
2. Perkembangan teknologi terkini yang digunakan di industri.
3. Kebijakan pendidikan nasional dan standar kompetensi yang berlaku.
4. Ketersediaan sumber daya manusia, infrastruktur, dan fasilitas pendukung di sekolah.
5. Konteks budaya dan nilai-nilai lokal di masing-masing daerah.²²

Dengan mempertimbangkan seluruh aspek tersebut, pengembangan kurikulum pendidikan teknologi kejuruan berbasis kewirausahaan dapat dilakukan secara komprehensif dan sesuai dengan tuntutan Revolusi Industri 4.0 di bidang teknologi manufaktur.

Diskusi

Berdasarkan hasil studi literatur, dapat diketahui bahwa pendidikan kejuruan teknologi di Indonesia, dalam hal ini Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), memiliki peran yang sangat penting dalam mempersiapkan tenaga kerja yang terampil untuk memenuhi kebutuhan industri dan pasar tenaga kerja. Namun, tantangan yang dihadapi SMK semakin besar dengan adanya Revolusi Industri 4.0 yang mengubah lanskap industri secara signifikan. Pergeseran keterampilan yang dibutuhkan, perkembangan teknologi yang pesat, serta transformasi model bisnis dan proses produksi mengharuskan SMK untuk melakukan penyesuaian kurikulum agar lulusannya tetap relevan dan berdaya saing di era Industri 4.0.

Salah satu aspek krusial yang harus diintegrasikan dalam kurikulum SMK adalah keterampilan kewirausahaan. Kewirausahaan menjadi sangat penting di era Industri 4.0 karena lingkungan bisnis yang dinamis dan kompetitif menuntut kemampuan untuk berinovasi, mengidentifikasi peluang baru, dan beradaptasi dengan perubahan teknologi dan model bisnis. Keterampilan kewirausahaan seperti kreativitas, inovasi, pengambilan risiko, identifikasi peluang, manajemen, dan pemasaran tidak hanya relevan bagi mereka yang ingin memulai bisnis mereka sendiri, tetapi juga bagi individu yang bekerja di industri manufaktur yang sedang bertransformasi.

Hasil studi literatur menunjukkan bahwa integrasi aspek kewirausahaan dalam kurikulum SMK di Indonesia masih belum optimal. Meskipun beberapa upaya telah dilakukan seperti

²² F. A. Lestari, R Febrian, dan M. I Zaini, "Strategi Penyelarasan Kurikulum Pembelajaran dengan Dunia Industri di Konsentrasi Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMK Negeri 2 Pandeglang Tahun Ajaran 2023 / 2024" 1, no. 4 (2024).

memberikan mata pelajaran kewirausahaan, mengintegrasikannya dalam mata pelajaran produktif, dan menyelenggarakan kegiatan ekstrakurikuler terkait, namun porsi dan penekanan pada keterampilan kewirausahaan masih terbatas. Hal ini dapat menimbulkan kesenjangan antara kompetensi lulusan dengan keterampilan yang dibutuhkan di industri manufaktur pada era Industri 4.0, dimana kemampuan berinovasi, beradaptasi, dan mengidentifikasi peluang bisnis baru menjadi hal yang krusial.

Oleh karena itu, pengembangan kurikulum pendidikan teknologi vokasi berbasis kewirausahaan menjadi sangat penting untuk menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0 di bidang teknologi manufaktur. Dalam pengembangan kurikulum ini perlu memperhatikan prinsip-prinsip seperti relevansi dengan kebutuhan industri, fleksibilitas untuk beradaptasi dengan perubahan, keseimbangan antara keterampilan teknis, kemampuan kerja, dan kewirausahaan, serta kolaborasi dengan industri dan pemangku kepentingan lainnya. Model pengembangan kurikulum yang relevan antara lain model berbasis kompetensi, model berbasis proyek, model berbasis masalah, dan model berbasis kewirausahaan.

Kurikulum pendidikan teknologi kejuruan berbasis kewirausahaan harus mencakup komponen-komponen yang mengintegrasikan keterampilan teknis manufaktur, keterampilan kewirausahaan, serta keterampilan yang terkait dengan Industri 4.0 seperti pemrograman, analisis data, pemikiran kritis, dan kolaborasi dalam tim multidisiplin. Melalui kurikulum yang komprehensif ini, lulusan SMK tidak hanya terampil dalam mengoperasikan teknologi manufaktur yang canggih, tetapi juga memiliki jiwa kewirausahaan yang kuat, kemampuan berinovasi, serta adaptif terhadap perubahan teknologi dan model bisnis di era Industri 4.0.

Dalam mengimplementasikan kurikulum berbasis kewirausahaan, diperlukan strategi yang tepat dengan melibatkan peran aktif institusi pendidikan dan industri. Institusi pendidikan, dalam hal ini SMK, harus meningkatkan kualitas tenaga pendidik, menyediakan sarana dan prasarana yang memadai, serta mengedepankan budaya belajar sepanjang hayat. Di sisi lain, industri manufaktur perlu terlibat aktif dalam proses pengembangan kurikulum, memberikan masukan terkait keahlian yang dibutuhkan, dan memberikan kesempatan magang atau praktik kerja bagi siswa SMK.

Faktor-faktor pendukung dan penghambat dalam implementasi kurikulum berbasis kewirausahaan juga harus diidentifikasi dan diatasi dengan tepat. Faktor pendukung seperti komitmen dan dukungan dari pemerintah, ketersediaan sumber daya yang memadai, dan kemitraan yang kuat dengan industri perlu dioptimalkan. Sementara itu, faktor penghambat seperti kurangnya pemahaman pendidik tentang kewirausahaan, terbatasnya sarana dan prasarana, dan kurangnya kolaborasi dengan industri harus diatasi melalui program peningkatan kapasitas, investasi fasilitas pembelajaran, dan penguatan kemitraan dengan industri.

Selain implementasi, evaluasi dan penyesuaian kurikulum yang berkelanjutan juga sangat penting untuk memastikan relevansinya dengan perkembangan terkini di industri manufaktur. Mekanisme evaluasi kurikulum yang sistematis dan terjadwal perlu dibuat dengan melibatkan masukan dari para pengajar, peserta didik, industri, dan pemangku kepentingan lainnya. Hasil evaluasi ini kemudian menjadi dasar untuk melakukan penyesuaian kurikulum secara berkala, baik dari sisi konten maupun metode pembelajaran, sehingga kurikulum selalu up-to-date dan sejalan dengan tuntutan industri yang terus berkembang.

Dalam konteks Revolusi Industri 4.0 di bidang teknologi manufaktur, pengembangan kurikulum pendidikan teknologi kejuruan berbasis kewirausahaan menjadi sangat penting untuk mempersiapkan lulusan SMK yang tidak hanya terampil secara teknis, tetapi juga memiliki jiwa kewirausahaan, kemampuan berinovasi, dan adaptif terhadap perubahan. Dengan mengintegrasikan aspek-aspek kewirausahaan seperti kreativitas, inovasi, identifikasi peluang, manajemen, dan pemasaran secara komprehensif dalam kurikulum, maka lulusan SMK akan memiliki keunggulan kompetitif di pasar tenaga kerja yang dinamis dan dapat berkontribusi secara signifikan terhadap pertumbuhan dan daya saing industri manufaktur Indonesia di era Industri 4.0.

Tentu saja, pengembangan kurikulum berbasis kewirausahaan ini bukan tanpa tantangan. Dibutuhkan komitmen dan upaya yang berkesinambungan dari seluruh pemangku kepentingan, mulai dari pemerintah, institusi pendidikan, hingga industri manufaktur. Kerja sama yang erat antara pihak-pihak terkait menjadi kunci keberhasilan dalam merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi kurikulum yang relevan dengan kebutuhan industri dan tuntutan Revolusi Industri 4.0. Melalui kerja sama yang solid dan pendekatan yang holistik, pendidikan vokasi teknologi di Indonesia dapat menghasilkan lulusan yang kompeten, inovatif, dan siap menghadapi tantangan di era industri baru ini.

KESIMPULAN

Artikel ini membahas pentingnya mengembangkan kurikulum pendidikan teknologi kejuruan berbasis kewirausahaan untuk mempersiapkan lulusan dalam menghadapi tantangan Revolusi Industri 4.0, khususnya di sektor manufaktur. Pendidikan vokasi memainkan peran penting dalam menyediakan tenaga kerja terampil untuk industri, tetapi perlu beradaptasi dengan perubahan teknologi yang cepat dan persyaratan keterampilan yang berkembang yang dibawa oleh Industri 4.0.

Integrasi keterampilan kewirausahaan seperti kreativitas, inovasi, pengambilan risiko, dan identifikasi peluang sangat penting untuk memungkinkan lulusan berkembang di lingkungan bisnis yang dinamis di Industri 4.0. Namun, kurikulum kejuruan yang ada di Indonesia kurang

memberikan penekanan yang cukup pada kewirausahaan, sehingga menimbulkan kesenjangan potensial antara kompetensi lulusan dan permintaan industri.

Untuk mengatasi masalah ini, artikel ini mengusulkan pengembangan kurikulum pendidikan teknologi kejuruan berbasis kewirausahaan yang mengintegrasikan keterampilan teknis manufaktur, keterampilan kewirausahaan, dan kompetensi terkait Industri 4.0 seperti pemrograman, analisis data, pemikiran kritis, dan kolaborasi. Kurikulum yang komprehensif ini akan membekali para lulusan dengan tidak hanya kemampuan untuk mengoperasikan teknologi manufaktur yang canggih, tetapi juga pola pikir kewirausahaan dan kemampuan beradaptasi untuk berhasil dalam lanskap industri yang terus berkembang.

Menerapkan kurikulum semacam itu membutuhkan pendekatan strategis yang melibatkan kolaborasi aktif antara institusi pendidikan dan industri manufaktur. Institusi pendidikan harus meningkatkan kualitas pengajar, menyediakan fasilitas yang memadai, dan mempromosikan pembelajaran seumur hidup, sementara industri perlu berkontribusi dalam pengembangan kurikulum dan menawarkan kesempatan magang.

Evaluasi dan penyesuaian kurikulum secara terus menerus sangat penting untuk memastikan relevansinya dengan perkembangan industri terkini. Mekanisme evaluasi yang sistematis yang melibatkan para pemangku kepentingan harus dibuat, dan kurikulum harus diperbarui secara berkala berdasarkan hasil evaluasi.

Secara keseluruhan, pengembangan kurikulum pendidikan teknologi kejuruan berbasis kewirausahaan yang selaras dengan tuntutan Industri 4.0 sangat penting untuk mempersiapkan lulusan yang terampil dan mudah beradaptasi yang dapat berkontribusi pada pertumbuhan dan daya saing sektor manufaktur Indonesia di era industri baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. Entrepreneurship Education in Technical Vocational Education and Training (TVET) and Models of Implementation, t.t.
- Ajike, E, G Nnorom, A Babatunde, V Babatope, dan J Kwarbai. "Entrepreneurship Education and Entrepreneurial Intentions: the Role of Theory of Planned Behaviour." *International Journal of Advanced Research in Social Engineering and Development Strategies* 3 (2015): 118–35.
- Aloulou, W. J, R Cherif, dan A Gdoura. Entrepreneurship education and training in Tunisia: an early overview -actors, contents and outcomes, 2003.
- Benesova, A, dan J Tupa. "Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0." *Procedia Manufacturing* 11 (2017): 2195–2202. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>.
- Haruna, U. B., S Garba, Y Babayo, dan A Muhammed. "Impact of Entrepreneurship, Vocational and Technical Education on NCE Graduating Students to be Self-employed in Some

- Selected COE in the North East, Nigeria” 11 (2019): 44–54. <https://doi.org/10.7176/EJBM/11-30-06>.
- Iliani, A. I., D Nurhadi, S Zahro, dan S. J Ching. “Entrepreneurship Development Based on Teaching Factory in Fashion Design Skill Program at Vocational High School.” *Teknologi Dan Kejuruan: Jurnal Teknologi, Kejuruan, Dan Pengajarannya* 45, no. 2 (2022): 168–73. <https://doi.org/10.17977/um031v45i22022p168-173>.
- Kemendikbud. “Struktur kurikulum sekolah menengah kejuruan (SMK)/ madrasah aliyah kejuruan (MAK).” Kemendikbud, 2018. <http://psmk.kemendikbud.go.id/konten/3824/struktur-kurikulum-smk-perdirjen-dikdasmen-no-07dd5kk2018-tanggal-7-juni-2018>.
- Lasi, H, P Fettke, H. G Kemper, T Feld, dan M Hoffmann. “Industry 4.0.” *Business & Information Systems Engineering* 6 (2014): 239–42. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>.
- Lestari, F. A., R Febrian, dan M. I Zaini. “Strategi Penyelarasan Kurikulum Pembelajaran dengan Dunia Industri di Konsentrasi Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMK Negeri 2 Pandeglang Tahun Ajaran 2023 / 2024” 1, no. 4 (2024).
- Nur, A. M., N. Nasrah, dan A. Amal. “Blended Learning: Penerapan dan Pengaruhnya Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Program Studi PGSD.” *Jurnal Basicedu* 6 (2022): 1263–76. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2189>.
- Paramitasari, Fanny, dan Muhyadi. “Pengaruh Motivasi Berwirausaha dan Pengetahuan Kewirausahaan terhadap Minat Berwirausaha Siswa Kelas XI Kompetensi Keahlian Administrasi Perkantoran SMKN 1 Bantul.” *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran* 5 (2016): 238–48.
- Risdianto, E, dan M Cs. *Analisis Pendidikan Indonesia di Era Revolusi Industri 4.0.*, 2019.
- Subhaktiyasa, P. G. “Entrepreneurship Opportunities in Education during Industrial Revolution 4.0.” *PUBLIK: Jurnal Manajemen Sumber Daya Manusia, Administrasi Dan Pelayanan Publik* 10, no. 3 (2023): 793–800.
- Sung, T. K. “Industry 4.0: A Korea perspective.” *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, 132. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.005>.
- Sunyoto, S, dan A Setiyawan. “Entrepreneurship Education in Vocational Schools in Indonesia,” t.t. <https://doi.org/10.5772/intechopen.94046>.