

Cabaran Bagi Kepimpinan dan Pengurusan Institusi Teknikal dan Vokasional (TVET) Dalam Revolusi Perindustrian Keempat (IR 4.0)

Challenges for Leadership and Management of Technical and Vocational Institutions (TVET) in the Fourth Industrial Revolution (IR 4.0)

Syahirah Aqilah Shahrani¹

¹ Faculty of Technical and Vocational Education,
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Johor, 86400, MALAYSIA

*Corresponding Author: gb220052@student.uthm.edu.my
DOI: <https://doi.org/10.30880/jttr.2024.02.02.012>

Maklumat Artikel

Diserah: 20 Jun 2024
Diterima: 3 Disember 2024
Diterbitkan: 16 Disember 2024

Kata Kunci

Cabaran IR 4.0, kepimpinan, pengurusan, TVET

Abstrak

Artikel jurnal ini mengkaji cabaran yang dihadapi oleh kepimpinan dan pengurusan institusi TVET dalam IR 4.0. Revolusi Perindustrian Keempat (IR 4.0) telah membawa kepada era kemajuan teknologi yang belum pernah berlaku sebelum ini, membentuk semula landskap ekonomi global dan memerlukan anjakan paradigma dalam kepimpinan dan pengurusan Institusi Teknikal dan Vokasional (TVET). Ketika era IR 4.0 berlangsung, institusi TVET berada di tengah-tengah gelombang transformatif di mana mereka perlu merapatkan jurang antara kemahiran tradisional dan permintaan industri yang berkembang. Hasil kajian literatur sistematik dengan 20 artikel jurnal digunakan untuk mengenal pasti cabaran yang dihadapi oleh kepimpinan dan pengurusan institusi TVET dalam menghadapi IR 4.0. Pemimpin menghadapi tugas sukar untuk mentakrifkan semula kurikulum, menggabungkan teknologi baru muncul, dan memupuk budaya penyesuaian dalam kalangan fakulti dan pelajar. Tekanan untuk menyelaraskan objektif pendidikan dengan keperluan industri yang berubah dengan pantas menimbulkan cabaran pengurusan yang ketara, yang memerlukan strategi proaktif untuk pembangunan kurikulum dan peningkatan kemahiran yang berterusan. Tambahan pula, pengenalan automasi, kecerdasan buatan dan pendigitalan memberikan cabaran kepada kepimpinan dan pengurusan institusi TVET dalam memastikan perkaitan pendidikan teknikal. Keperluan untuk infrastruktur terkini, makmal termaju, dan kemudahan latihan yang berkaitan dengan industri memerlukan perancangan kewangan strategik dan peruntukan sumber. Di samping itu, kemunculan IR 4.0 menuntut penilaian semula metodologi pengajaran di institusi TVET. Penyepaduan teknologi dalam pedagogi memerlukan program pembangunan fakulti, memerlukan peralihan dalam pendekatan kepimpinan ke arah memupuk budaya pembelajaran berterusan. Hasil kajian juga mendapati adalah penting bagi pemimpin TVET untuk

mewujudkan perkongsian yang kukuh dengan industri dan badan kawal selia. Kerjasama dengan pihak berkepentingan adalah penting untuk menyelaraskan hasil pendidikan dengan keperluan industri dan memastikan graduan bersedia secukupnya untuk permintaan tenaga kerja IR 4.0. Kemahiran komunikasi, perundingan dan diplomasi yang berkesan menjadi sangat diperlukan bagi pemimpin yang mengemudi rangkaian hubungan yang kompleks dalam landskap perindustrian yang berkembang pesat. Kesimpulannya, kejayaan dalam persekitaran dinamik ini bergantung kepada keupayaan untuk menerima perubahan, memupuk inovasi, dan memupuk hubungan sinergi antara akademik dan industri. Mengemudi cabaran IR 4.0 memerlukan kepimpinan yang berwawasan, pengurusan strategik dan komitmen untuk menyediakan tenaga kerja yang mampu memenuhi kriteria yang diperlukan untuk menghadapi Revolusi Perindustrian Keempat (IR 4.0).

Keywords

IR 4.0 challenges, leadership, management, TVET

Abstract

This journal article examines the challenges faced by the leadership and management of TVET institutions in IR 4.0. The Fourth Industrial Revolution (IR 4.0) has ushered in an era of unprecedented technological advancement, reshaping the global economic landscape and requiring a paradigm shift in the leadership and management of Technical and Vocational Institutions (TVET). As the era of IR 4.0 unfolds, TVET institutions are at the centre of a transformative wave where they have to bridge the gap between traditional skills and evolving industry demands. The results of a systematic literature review with 20 journal articles were used to identify the challenges faced by the leadership and management of TVET institutions in facing IR 4.0. Leaders face the difficult task of redefining curriculum, incorporating emerging technologies, and fostering a culture of adaptation among faculty and students. The pressure to align educational objectives with rapidly changing industry needs poses significant management challenges, which require a proactive strategy for curriculum development and ongoing skills upgrading. Furthermore, the introduction of automation, artificial intelligence and digitization presents challenges to the leadership and management of TVET institutions in ensuring the relevance of technical education. The need for state-of-the-art infrastructure, advanced laboratories, and industry-relevant training facilities requires strategic financial planning and resource allocation. In addition, the emergence of IR 4.0 demands a reassessment of teaching methodologies in TVET institutions. The integration of technology in pedagogy requires faculty development programs, requiring a shift in leadership approach towards fostering a culture of continuous learning. The results of the study also found that it is important for TVET leaders to establish strong partnerships with industry and regulatory bodies. Collaboration with stakeholders is essential to align educational outcomes with industry needs and ensure graduates are adequately prepared for IR 4.0 workforce demands. Effective communication, negotiation and diplomacy skills are becoming indispensable for leaders navigating the complex web of relationships in a rapidly evolving industrial landscape. In conclusion, success in this dynamic environment depends on the ability to embrace change, foster innovation, and foster synergistic relationships between academia and industry. Navigating the challenges of IR 4.0 requires visionary leadership, strategic management and commitment to provide a workforce capable of meeting the criteria required to face the Fourth Industrial Revolution (IR 4.0).

1. Pengenalan

Revolusi Perindustrian Keempat (IR 4.0) merujuk kepada transformasi berterusan industri dan masyarakat melalui penyepaduan teknologi termaju, pendigitalan dan proses dipacu data. Revolusi ini dibina berdasarkan revolusi perindustrian ketiga, yang dicirikan oleh penggunaan komputer dan automasi, tetapi ia melangkaui dengan menggabungkan sistem fizikal, digital dan biologi dengan cara yang inovatif. Teknologi utama yang dikaitkan dengan IR 4.0 adalah seperti Internet Pelbagai Benda (IPB), Kepintaran Buatan (AI), Robotik dan Automasi, Realiti Terimbuh (AR), Teknologi Maya (VR) dan percetakan 3D (Abu-UIbeh et al., 2021). Kesan IR 4.0 terhadap pendidikan teknikal dan vokasional adalah mendalam dan pelbagai aspek. IR 4.0 menekankan keperluan pembelajaran berterusan sepanjang kerjaya seseorang. Institusi TVET memainkan peranan penting dalam menggalakkan budaya pembelajaran sepanjang hayat, menawarkan peluang peningkatan kemahiran dan kemahiran semula kepada profesional sebagai tindak balas kepada permintaan pasaran pekerjaan yang berkembang. Dengan kemunculan IR 4.0, terdapat peningkatan penekanan terhadap keusahawanan dan inovasi (Gennrich, 2019). Program TVET harus memupuk kreativiti dan minda keusahawanan, menyediakan pelajar untuk menyumbang kepada kemajuan teknologi dan berpotensi memulakan usaha mereka sendiri.

Menurut Razali et. al (2023), secara ringkasnya, IR 4.0 membentuk semula landskap pendidikan teknikal dan vokasional dengan mempengaruhi kemahiran yang diperlukan, kaitan program dengan keperluan industri, kaedah pengajaran, keperluan untuk pembelajaran berterusan, dan promosi keusahawanan dan inovasi. Institusi TVET mesti menyesuaikan diri dengan perubahan ini untuk memastikan graduan dilengkapi dengan baik untuk menghadapi cabaran dan peluang yang dibentangkan oleh Revolusi Perindustrian Keempat. Kepimpinan dan pengurusan yang berkesan memainkan peranan penting dalam menangani cabaran yang timbul daripada transformasi teknologi Revolusi Perindustrian Keempat (IR 4.0) dalam pelbagai cara. IR 4.0 dicirikan oleh kemajuan teknologi yang pesat. Kepimpinan yang berkesan memupuk budaya organisasi yang merangkumi perubahan dan inovasi manakala pengurusan bertanggungjawab untuk melaksanakan strategi pengurusan perubahan (Mohd et al., 2020).

Selain itu, kepimpinan melibatkan pihak berkepentingan, termasuk rakan kongsi industri, pendidik, pelajar dan penggubal dasar. Kerjasama adalah penting untuk memahami dan memenuhi tuntutan IR 4.0. Pihak pengurusan pula memudahkan kerjasama dengan mewujudkan perkongsian, menyelaraskan usaha, dan memastikan komunikasi berkesan di kalangan pemegang kepentingan yang pelbagai. Kepimpinan mengiktiraf keperluan untuk tenaga kerja mahir dalam IR 4.0 dan memberi penekanan kepada pembangunan bakat. Selain itu, pengurusan juga bertanggungjawab untuk mereka bentuk dan melaksanakan program latihan, menarik tenaga pengajar mahir, dan memastikan pendidik dan kakitangan dilengkapi dengan kepakaran yang diperlukan untuk menyampaikan pengetahuan berkaitan IR 4.0. Kepimpinan menggalakkan budaya inovasi dan keusahawanan, memupuk persekitaran yang merangsang pemikiran kreatif dan penyelesaian masalah. Pengurusan akan menyokong inovasi dengan menyediakan sumber, mewujudkan inkubator, dan mewujudkan laluan untuk pelajar dan fakulti untuk membangunkan dan melaksanakan idea mereka. Kesimpulannya, kepimpinan dan pengurusan yang berkesan memainkan peranan penting dalam membimbing institusi teknikal dan vokasional melalui cabaran dan peluang yang dikemukakan oleh transformasi teknologi IR 4.0. Kepimpinan menetapkan visi, memupuk kebolehsuaian dan melibatkan pihak berkepentingan, manakala pengurusan memastikan pelaksanaan pelan strategik, pengoptimuman sumber dan pembangunan tenaga kerja yang dilengkapi untuk era digital. Bersama-sama, kepimpinan dan pengurusan membentuk pendekatan padu untuk berjaya mengharungi cabaran IR 4.0 dalam bidang pendidikan teknikal dan vokasional (TVET)

2. Metodologi

Penyelidik menggunakan metodologi kajian literatur sistematik dalam kajian ini. Bagi tujuan pelaksanaan dan penulisan kajian ini, penyelidik hanya merujuk jurnal, artikel dan tesis yang diterbitkan dalam tempoh lapan tahun yang lalu, dari 2015 hingga 2023 yang dimuat naik ke pangkalan data Google Scholar, Researchgate dan Academia.edu. Bahan jurnal tersebut akan ditapis bagi memudahkan pencarian informasi dan data yang diperlukan dengan menggunakan kata kunci Cabaran Kepimpinan dan Pengurusan Institusi TVET dalam IR 4.0. Sebanyak 25 jurnal yang dijumpai menepati piawaian tajuk yang ingin dikaji oleh penyelidik namun hanya 20 jurnal sahaja yang memenuhi kehendak penyelidik bagi di masukkan ke dalam laporan kajian literatur ini. Kerangka kerja kajian literatur ini memberikan fokus kepada cabaran kepimpinan dan pengurusan institusi TVET dalam revolusi perindustrian keempat (IR 4.0).

3. Dapatan Kajian Dan Perbincangan

Terdapat 20 jurnal yang telah dikenalpasti oleh penyelidik bagi digunakan untuk mengkaji tentang “Cabaran Kepimpinan dan Pengurusan Institusi TVET dalam Revolusi Perindustrian Keempat IR 4.0”. Dapatan kajian yang diperolehi penyelidik telah diringkaskan maklumatnya secara terperinci dan sistematik dalam bentuk jadual seperti yang ditunjukkan dalam jadual 1 dibawah.

Jadual 1 Analisis cabaran kepimpinan dan pengurusan institusi TVET dalam revolusi perindustrian keempat IR 4.0

Bil.	Kajian	Perbincangan	Dapatan
1.	(Tun et. al,2021)	Kesedaran, persepsi dan penyediaan pelajar, guru, dan pengurus Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) untuk Industri 4.0 di Myanmar. Kajian meninjau 156 responden daripada institusi TVET yang berbeza di Myanmar untuk menilai pemahaman dan kesediaan mereka menghadapi revolusi perindustrian yang akan datang.	Kajian mengenal pasti pelbagai halangan dalam menghadapi IR 4.0, termasuk kekurangan kepakaran, tidak minat dan sokongan yang tidak mencukupi. Kajian juga mengetengahkan strategi ahli akademik TVET untuk menyebarkan konsep Industri 4.0, dengan keutamaan untuk ceramah dan kuliah berasaskan pengetahuan berbanding latihan kemahiran semula atau peningkatan kemahiran.
2.	(Liyana et al.,2021)	Kajian ini memberi tumpuan kepada cara pemimpin menggunakan pendekatan kepimpinan yang berbeza untuk mengemudi era digital dan cabaran yang mereka hadapi.	Cabaran yang dihadapi oleh pemimpin dalam era IR 4.0 termasuk inovasi, pemerolehan dan pembangunan bakat, dan perubahan terkemuka. Kajian menekankan bahawa pemimpin mesti bersedia untuk belajar lebih cepat daripada perubahan dunia di sekeliling mereka dan menyesuaikan diri dengan kelajuan tinggi perubahan yang dibawa oleh Revolusi Perindustrian Keempat.
3.	(Ahmad,2015)	Cabaran, peranan dan ciri kepimpinan dalam institusi Pendidikan dan Latihan Vokasional Teknikal (TVET). Penyelidik juga mengetengahkan persepsi sejarah TVET sebagai ruang untuk individu yang mempunyai pencapaian akademik yang lemah, tetapi menekankan kepentingannya dalam menyediakan pekerja mahir untuk abad ke-21. Kajian ini berdasarkan perspektif seorang pemimpin berpangkat lebih tinggi dalam institusi TVET.	Cabaran yang dihadapi oleh institusi TVET ialah penurunan semangat, penentangan terhadap perubahan, semangat kakitangan yang rendah, dan memenuhi jangkaan pihak berkepentingan, khususnya dalam konteks globalisasi, kedudukan dan kepelbagaian. Peranan dan ciri kepimpinan yang berkesan dalam persekitaran ini termasuk pengurusan peringkat makro, perancangan strategik, dan memastikan keadilan dan kredibiliti akademik. Pemimpin juga menekankan kepentingan komunikasi proaktif, menyediakan ruang untuk perbincangan, dan menjadi contoh teladan untuk kakitangan.
4.	(Alaloul et al.,2018)	Perkembangan dalam industri pembinaan ke arah Industri 4.0. Ia mengenal pasti beberapa aspek penting yang berkaitan dengan pelaksanaan IR 4.0 dalam pembinaan termasuk pendigitalan proses pengeluaran, peningkatan automasi, dan pertukaran maklumat bersepadu merentasi tapak projek dan rantaian bekalan. Teknologi pemboleh utama untuk transformasi industri pembinaan yang dinyatakan termasuk analisis data besar, simulasi realiti maya/ditambah, BIM, robotik dan peralatan autonomi.	Cabaran sekitar kemahiran, teknologi, pemprosesan data dan perubahan pekerjaan juga diperhatikan. Pemodelan Maklumat Bangunan (BIM) dibincangkan sebagai teknologi penting untuk menyediakan perindustrian pembinaan. Rangka kerja konseptual dicadangkan untuk membimbing pelaksanaan IR 4.0 dalam pembinaan meliputi bidang seperti penyeragaman, pengurusan, infrastruktur, keselamatan, latihan dan kecekapan sumber.

-
5. (Abu-Ulbeh et al., 2021) Peranan kepimpinan dalam mencapai Revolusi Industri (IR 4.0) melalui strategi pemikiran kreatif. Ia mentakrifkan IR 4.0 sebagai revolusi perindustrian keempat yang menggunakan teknologi canggih seperti IoT, AI, robotik dll. Kepimpinan kreatif dikenal pasti sebagai faktor utama untuk memupuk idea dan penyelesaian yang inovatif. Kajian berpendapat bahawa teknologi IR 4.0 boleh membolehkan kemampanan, terutamanya dalam kalangan PKS. Ia menyerlahkan beberapa cabaran bagi negara membangun dalam menerima pakai IR 4.0 seperti kekurangan kemahiran, jurang infrastruktur dll. Peranan gaya kepimpinan dan pengurusan perubahan organisasi dibincangkan. Kesimpulannya, memperluaskan pengetahuan dan penyelidikan mengenai penyepaduan IR 4.0 dan rangka kerja kemampanan adalah penting untuk organisasi.
-
6. (Kwiotkowska et al., 2021) Meneroka hubungan antara kecekapan kepimpinan dan keberkesanan Industri 4.0 dalam industri haba dan kuasa Poland. Kajian menggunakan analisis perbandingan kualitatif set fuzzy (fs/QCA) untuk mengenal pasti kecekapan kepimpinan yang diperlukan untuk keberkesanan kepimpinan 4.0. Penemuan utama kajian mendedahkan bahawa kecekapan kepimpinan yang paling penting untuk pemimpin 4.0 dalam industri haba dan kuasa ialah kecekapan pengurusan. Walau bagaimanapun, didapati juga kecekapan pengurusan tidak mencukupi dengan sendirinya dan harus disokong oleh kecekapan intelek atau sosio-emosi. Kajian juga mengenal pasti dua kombinasi utama kecekapan: kecekapan pengurusan dan intelek, dan kecekapan pengurusan dan sosio-emosi, sebagai penting untuk kepimpinan 4.0 yang berkesan. Kajian mencadangkan keperluan untuk pemimpin memiliki gabungan kecekapan pengurusan, intelek dan sosio-emosi untuk berjaya dalam persekitaran Industri 4.0.
-
7. (Nabilah et al., 2020) Cabaran dan kemahiran yang diperlukan untuk pelajar mengharungi Revolusi Perindustrian Keempat (IR 4.0) dari perspektif Malaysia. Ia menyerlahkan kesan IR 4.0 ke atas pendidikan tinggi dan keperluan untuk universiti menyediakan graduan masa depan bagi menghadapi cabaran yang ditimbulkan oleh revolusi ini. Cabaran utama yang dikenal pasti termasuk pemerolehan pengetahuan, kemahiran menyelesaikan masalah, pembangunan peribadi, kemahiran rangkaian dan kemahiran komunikasi. Dari segi kemahiran yang diperlukan, kajian ini menekankan kepentingan kemahiran pengendalian ICT dan gajet, kemahiran berfikir aras tinggi, kemahiran kerja berpasukan, kemahiran komunikasi, dan kemahiran pengurusan masa.
-
8. (Hanafi et al., 2023) Integrasi Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) ke dalam era Revolusi Industri 4.0 (IR4.0) di Malaysia. Kajian menekankan kepentingan TVET dalam membangunkan tenaga kerja mahir untuk memacu pertumbuhan ekonomi dan daya saing di negara ini. Ia juga menonjolkan cabaran dan peluang dalam memperkasakan TVET untuk kumpulan terpinggir, khususnya Asnaf di Malaysia. Kajian menggariskan peranan kritikal TVET dalam pembangunan negara dan peningkatan penekanan oleh kerajaan Malaysia terhadap TVET dalam era IR 4.0. Kajian ini juga mengenal pasti cara bagi menangani cabaran seperti persepsi graduan TVET yang kurang mahir dan boleh bekerja, kurangnya kesedaran dalam kalangan pelajar dan ibu bapa, dan pembiayaan dan sumber yang terhad untuk institusi TVET. Ia juga menyerlahkan peluang untuk kerjasama, perkongsian dan pembangunan ekosistem.
-

9.	(Fadel et.al,2022)	Penerapan kemahiran insaniah dalam kalangan bakal guru Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) dalam menghadapi cabaran Revolusi Industri Keempat (IR 4.0). Pendekatan kajian kuantitatif telah digunakan di mana borang soal selidik telah diedarkan kepada 175 pelajar tahun akhir yang mengikuti program pendidikan TVET di universiti awam di Malaysia.	Dapatan kajian menunjukkan pelajar mempunyai tahap pengetahuan yang sederhana tentang kemahiran insaniah IR 4.0. Kemahiran mereka seperti kerja berpasukan dan etika didapati berada pada tahap yang agak tinggi berdasarkan skor min. Terdapat juga hubungan yang signifikan didapati antara pengetahuan kemahiran insaniah pelajar dengan kesediaan mereka untuk menghadapi cabaran IR 4.0.
10.	(Guzmán etal., 2020)	Ciri dan kemahiran kepimpinan dalam konteks Industri 4.0 (I4.0). Ia mula-mula menyediakan konteks tentang I4.0 dan membincangkan bagaimana kepimpinan memainkan peranan penting dalam menyokong peralihan kepada I4.0.	Sepuluh ciri kepimpinan dikenal pasti untuk I4.0 berdasarkan tinjauan literatur: responsif, kawanan, pembelajaran dan inovasi, terbuka, tangkas, penyertaan, rangkaian, amanah, digital dan kepimpinan kolaboratif. Empat kumpulan kemahiran kepimpinan juga dibincangkan: kemahiran kognitif, kemahiran interpersonal, kemahiran perniagaan dan kemahiran strategik.
11.	(Zulnaidi etal., 2020)	Kesediaan pensyarah TVET (Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional) di Malaysia untuk menghadapi IR4.0 (Revolusi Industri 4.0). Ia menyiasat pengaruh identiti dan etika profesional terhadap kesediaan pensyarah, serta hubungan antara pemahaman IR4.0, etika profesional dan kesediaan.	Dapatan kajian menunjukkan pensyarah mempunyai pemahaman yang sederhana tentang IR4.0 dan kesediaan untuk menghadapinya. Etika profesional didapati tinggi, tetapi tidak menjadi pengantara hubungan antara pemahaman dan kesediaan. Pemahaman didapati secara langsung mempengaruhi kesediaan dan etika. Kajian ini merumuskan bahawa usaha perlu dilakukan untuk meningkatkan kesediaan pensyarah melalui latihan IR4.0 dan menyediakan kemudahan pengajaran moden.
12.	(Thailand &World Economy, n.d.)	Pembangunan skala untuk mengukur kemahiran yang diperlukan untuk kepimpinan dalam era Industri 4.0. Ia mengkaji literatur tentang Industri 4.0 dan transformasi yang dibawanya kepada sektor pembuatan.	Kajian ini mengenal pasti tiga dimensi kemahiran utama untuk pemimpin dalam Industri 4.0: keselesaan digital, pemikiran kognitif dan sensitiviti pasukan. Kajian ini membangunkan skala untuk mengukur kemahiran ini melalui proses dua fasa yang melibatkan analisis komponen utama dan analisis faktor pengesahan. Keputusan menetapkan skala sebagai ukuran yang sah dan boleh dipercayai bagi kemahiran yang dikenal pasti.

- | | | |
|-----------------------------|---|--|
| 13. (Ing et al.,2019) | Cabaran utama dalam melaksanakan Industri 4.0. Ia menggariskan tujuh kategori cabaran utama: pengurusan dan penyepaduan data, proses dipacu pengetahuan, penyepaduan proses, keselamatan, isu tenaga kerja, keperluan modal dan pendidikan.. | Data penting dijana melalui Industri 4.0 tetapi cabaran wujud dalam pemprosesan, penyimpanan dan pengurusan data merentas sempadan organisasi. Proses didorong pengetahuan diperlukan untuk memahami data pembuatan tetapi struktur data semasa menimbulkan halangan. Penyepaduan proses dalam dan antara syarikat adalah rumit oleh piawaian dan teknologi yang berbeza. Peningkatan ketersambungan melalui Industri 4.0 menimbulkan kelemahan keselamatan baharu. Tenaga kerja mahir diperlukan tetapi kemahiran yang tersedia tidak selalu sepadan dengan keperluan. Pelaburan modal yang besar diperlukan untuk teknologi baharu tetapi memperuntukkan sumber menimbulkan cabaran kewangan. Institusi pendidikan dan penyelidikan mempunyai peranan dalam membangunkan kemahiran untuk Industri 4.0 tetapi mungkin perlu menyesuaikan diri dengan cepat. |
| 14. (Ngatiman et al., 2023) | Kajian ini meneroka cabaran dalam melaksanakan elemen Revolusi Industri 4.0 (IR4.0) di Kolej Vokasional (VC) di Malaysia. Penyelidikan ini didorong oleh kesan IR4.0 ke atas industri negara, yang membawa kepada keperluan untuk tenaga kerja berkemahiran tinggi. Kajian semula kurikulum, menyediakan tenaga kerja pengajar yang mahir, batasan infrastruktur hubungan industri dan penglibatan dalam pendidikan., | Cabaran yang dikenal pasti oleh kajian, seperti penyemakan kurikulum, penyediaan tenaga kerja perguruan, penyediaan infrastruktur, kerjasama industri, dan penglibatan pengurusan pendidikan, adalah bidang penting untuk ditangani bagi kejayaan pelaksanaan elemen IR4.0 di Kolej Vokasional. Cadangan kajian memberi pandangan yang berharga kepada Bahagian Pendidikan Teknikal dan Vokasional untuk membangunkan strategi bagi memperkukuh agenda Transformasi Pendidikan Vokasional dan meningkatkan kualiti tenaga kerja bagi memenuhi permintaan sektor industri. |
| 15. (Mustakim et al., 2021) | Meneroka amalan terbaik guru Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) dalam Revolusi Industri Ke-4 selaras dengan Pelan Strategik Transformasi Pendidikan Vokasional (SPTVE) 2011-2025. Kajian mengenal pasti pelbagai amalan terbaik termasuk penggunaan kaedah visualisasi, pendekatan pembelajaran dipercepatkan, memanfaatkan kekuatan guru, projek hands-on, perkongsian pengetahuan, pembelajaran berpusatkan pelajar, dan penggunaan peralatan sebenar. | Kajian ini menekankan kepentingan guru TVET memodelkan amalan terbaik semasa pelaksanaan SPTVE dan mengintegrasikan kandungan dan prinsip pengajaran ke dalam pengajaran bilik darjah. Ia menekankan bahawa pembangunan profesional yang berterusan dan perspektif konstruktivis tentang amalan pengajaran adalah penting untuk memenuhi pelbagai keperluan pelajar dan meningkatkan latihan kemahiran. Selain itu, kertas kerja tersebut menekankan keperluan guru TVET memperoleh kecekapan dan pengetahuan lanjutan untuk menyediakan pelajar bagi pedagogi 4IR |

			dan transformasi digital dalam pengeluaran perindustrian.
16.	(Spöttl & Windelband, 2021).	Revolusi industri ke-4 kesannya terhadap kemahiran vokasional" membincangkan implikasi Industri 4.0 terhadap sistem latihan vokasional dan keperluan yang berubah-ubah untuk pekerja mahir. Ia menekankan kesan pendigitalan dan automasi dalam teknologi pembuatan, khususnya dalam konteks siber-fizikal sistem (CPS), Internet Perkara (IoT), dan pengkomputeran awan. Kajian ini menyerlahkan sifat proses kerja yang berkembang, interaksi antara manusia dan teknologi, dan keperluan kemahiran yang berubah-ubah untuk pekerja pada tahap yang berbeza.	Penemuan penyelidikan menunjukkan bahawa Industri 4.0 membawa kepada peralihan dalam jenis tugas dan kecekapan yang diperlukan untuk pekerja mahir. Kajian itu mendedahkan bahawa pelaksanaan teknologi Industri 4.0 menghasilkan impak yang ketara ke atas organisasi kerja, interaksi manusia-mesin, dan penyegerakan bahan dan aliran maklumat. Ia juga menangani penjajaran semula organisasi kerja dan perubahan sifat interaksi manusia-mesin, menekankan keperluan pekerja mahir untuk menyesuaikan diri dengan teknologi baharu dan proses kerja. Kajian ini menekankan bahawa keperluan pembangunan kurikulum untuk menangani perubahan keperluan untuk pekerja mahir, termasuk pembangunan kecekapan baharu dan penyepaduan tugas yang dipacu teknologi ke dalam program latihan vokasional.
17.	(Abdul Azizet al., 2023)	Artikel tersebut membincangkan kesukaran mencari calon yang mempunyai kemahiran yang diperlukan untuk IR 4.0, seperti penyelesaian masalah, inovasi dan pengetahuan teknikal. Ia juga membincangkan potensi kesan IR 4.0 ke atas peluang pekerjaan dan keperluan untuk melatih semula dan menaik taraf tenaga kerja sedia ada untuk menangani cabaran. Amalan dan perancangan kementerian dan institusi TVET dalam menghadapi IR 4.0 diteliti, menekankan kepentingan kerjasama antara industri dan institusi pendidikan untuk merapatkan jurang dan memenuhi tuntutan IR 4.0. Kajian juga menggariskan langkah-langkah yang diambil oleh kerajaan Malaysia dan Kementerian Pendidikan untuk memperkasakan TVET melalui pembangunan dasar, penambahbaikan kurikulum dan perkongsian dengan industri.	Kajian menekankan keperluan untuk usaha dan kerjasama yang lebih bersepadu daripada pelbagai pihak, termasuk industri dan syarikat swasta, untuk memastikan TVET sejajar dengan perubahan teknologi yang dibawa oleh IR 4.0. Amalan dan perancangan yang diguna pakai oleh kerajaan dan institusi TVET dilihat memerlukan penelitian lanjut dan prosedur terperinci. Secara keseluruhan, kajian menekankan kepentingan menyesuaikan TVET untuk memenuhi tuntutan IR 4.0, menonjolkan usaha dan cabaran yang dihadapi oleh kementerian dan institusi pendidikan di Malaysia. Ia menekankan keperluan untuk kerjasama dan penambahbaikan berterusan untuk memastikan kesediaan pelajar dan kakitangan TVET untuk perubahan yang dibawa oleh IR 4.0.
18.	(Shazhirah et al., 2022)	Kesedaran pelajar TVET (Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional) Universiti Teknologi Malaysia (UTM) berhubung Revolusi Industri Keempat (IR 4.0). Kajian ini kajian beliau menekankan kepentingan melengkapkan generasi muda dengan kemahiran dan pengetahuan yang diperlukan untuk menyesuaikan diri	Hasil kajian menunjukkan bahawa secara keseluruhannya, kesedaran pelajar Pendidikan TVET tentang Revolusi Industri 4.0 berada pada tahap yang tinggi. Walau bagaimanapun, terdapat aspek tertentu di mana kesedaran pelajar didapati berada pada tahap yang lebih rendah, terutamanya dalam konsep seperti kilang

	<p>dengan landskap teknologi IR 4.0 yang berubah dengan pantas. Penulis menekankan keperluan pendidik untuk menyediakan pelajar bagi menghadapi cabaran IR 4.0 dengan mengintegrasikan pengetahuan dan kemahiran berkaitan IR 4.0 ke dalam kurikulum. Kertas kerja itu menekankan kepentingan pembelajaran sepanjang hayat dan pembangunan kemahiran berterusan untuk memenuhi tuntutan IR 4.0.</p>	<p>pintar, data besar, mesin ke mesin (M2M), dan sistem fizikal siber (CPS). Kajian mendedahkan bahawa sementara pelajar TVET menunjukkan pemahaman keseluruhan yang baik tentang IR 4.0, terdapat bidang tertentu di mana kesedaran mereka memerlukan peningkatan. Selain itu, kajian juga menekankan kepentingan menyediakan pelajar bagi IR 4.0 dan mengintegrasikan pengetahuan dan kemahiran berkaitan IR 4.0 ke dalam sistem pendidikan.</p>
19.	<p>(Anwar et al.,2023) Kecekapan digital dalam kalangan pendidik di Malaysia untuk menghadapi Revolusi Perindustrian Keempat (IR4.0). Kajian ini memfokuskan kepada mengenal pasti isu berkaitan Kompetensi digital dalam kalangan warga pendidik di Malaysia. Kajian itu menekankan kepentingan pendidik bersedia untuk transformasi digital dan peranan pihak berkuasa dalam menyokong pendidik.</p>	<p>Penemuan mendedahkan bahawa isu-isu seperti pendedahan yang terhad, pengetahuan sedia ada yang tidak mencukupi, dan kekurangan pembangunan profesional adalah Cabaran paling ketara yang dihadapi oleh pendidik di Malaysia. Isu-isu ini memberi kesan kepada sikap, keyakinan dan kesediaan pendidik untuk menerima pakai pendidikan digital mengikut IR4.0. Kajian itu mengesyorkan pembangunan program latihan yang disesuaikan dan sokongan infrastruktur untuk pendidik untuk meningkatkan kecekapan digital mereka. Selain itu, ia menekankan keperluan untuk pendidik menyesuaikan diri dengan era digital dan kepentingan sokongan institusi dalam memacu transformasi digital dalam pendidikan. Kajian itu merumuskan bahawa kejayaan pelaksanaan IR4.0 dalam pendidikan memerlukan usaha bersama antara pihak berkuasa dan pendidik untuk menerima transformasi digital dengan berkesan.</p>
20.	<p>(Nor et al.,2022) Membincangkan penggunaan Kaedah Fuzzy Delphi untuk membangunkan kemahiran insaniah yang diperlukan untuk Revolusi Industri Keempat (IR4.0) di Institut Pendidikan Guru Malaysia (IPGM). Revolusi Perindustrian Keempat dipacu oleh teknologi canggih seperti simulasi, Internet Perkara dan robotik, yang membawa kepada perubahan dalam keperluan dan kemahiran pekerjaan. Ini telah mengakibatkan cabaran seperti jurang kemahiran insaniah di kalangan pekerja, kekurangan kebolehpasaran pekerja, dan kesediaan untuk menerima perubahan, yang membawa kepada pengangguran siswazah dan prestasi yang tidak memuaskan.</p>	<p>Penemuan kajian ini dijangka dapat menangani isu pengangguran dan menyumbang kepada pembangunan ekonomi negara dengan menyediakan graduan yang mempunyai kemahiran insaniah yang diperlukan untuk IR4.0. Dokumen ini juga menyediakan analisis terperinci tentang proses Kaedah Fuzzy Delphi dan hasil khusus untuk setiap dimensi kemahiran insaniah. Secara ringkasnya, dokumen itu menyerlahkan kepentingan kemahiran insaniah dalam konteks Revolusi Perindustrian Keempat, menggariskan cabaran dan implikasi IR4.0, dan membentangkan penggunaan Kaedah Fuzzy Delphi untuk mendapatkan konsensus pakar mengenai dimensi utama untuk pembangunan kemahiran insaniah. di IPGM. Hasil kajian dijangka memberi implikasi yang signifikan kepada pendidikan negara dan pembangunan ekonomi.</p>

Kepimpinan dan pengurusan institusi Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) menghadapi beberapa cabaran dalam menavigasi landskap teknologi yang pesat berubah yang dikaitkan dengan Revolusi Perindustrian Keempat (IR 4.0). Berikut ialah beberapa isu utama yang dijumpai dalam jurnal yang telah dikenalpasti seperti dalam Jadual 1. Isu yang pertama adalah berkaitan dengan Kurikulum iaitu penyesuaian dan penyepaduan kurikulum dengan pelajar-pelajar. Pemimpin di institusi TVET perlu memastikan bahawa kurikulum adalah dinamik dan relevan dengan landskap teknologi yang berkembang pesat. Penyepaduan teknologi baru muncul seperti kepintaran buatan (AI), automasi dan Internet Pelbagai (IoT) adalah penting. Di samping itu, perubahan kerja dan kemahiran juga merupakan salah satu cabaran yang dihadapi oleh pimpinan dan pengurusan institusi TVET dalam Revolusi Perindustrian Keempat (IR 4.0). IR 4.0 menyebabkan perubahan radikal dalam keperluan dan kemahiran pekerjaan. Teknologi baru seperti automasi, kepintaran buatan (AI) dan IoT memerlukan kemahiran baharu yang jarang diajar dalam kurikulum TVET tradisional. Sebagai contoh dalam industri Automasi dan Robotik. Perubahan kerja yang berlaku ialah pekerjaan rutin dan berulang kali akan cenderung diautomatiskan (Liyana et al., 2021). Oleh itu, muncul kemahiran baru seperti kemahiran pengaturcaraan robot, penyelenggaraan dan pengaturcaraan sistem automasi. Bagi menyelesaikan masalah ini institusi TVET boleh menyertakan mata pelajaran yang berkaitan dengan pengaturcaraan dan penyelenggaraan sistem automasi dalam kurikulum TVET. Selain kecekapan teknikal, institusi TVET perlu menumpukan pada membangunkan literasi digital dan kemahiran insaniah seperti pemikiran kritis, penyelesaian masalah dan komunikasi, yang penting dalam era digital (Nabilah et al., 2020).

Namun begitu, masalah seperti kekangan waktu dan kewangan mungkin terjadi sekiranya kurikulum sering ditukar. Menurut Tun et. al (2021), guru mungkin tidak mempunyai kemahiran dan keyakinan yang diperlukan bagi melaksanakan kaedah pengajaran inovatif yang berkaitan IR 4.0 dengan berkesan, seperti pembelajaran berasaskan projek, bilik darjah terbalik atau pengajaran yang dipertingkatkan teknologinya. IR 4.0 selalunya memerlukan pendekatan antara disiplin, dan halangan antara jabatan boleh menghalang pelaksanaan kaedah pengajaran yang mengintegrasikan pengetahuan daripada pelbagai disiplin. Menurut Abu-Ulbeh et al (2021), jabatan akademik yang tertutup dan kekurangan kerjasama antara disiplin juga dikenal pasti sebagai salah satu cabaran pimpinan dan pengurusan institusi TVET dalam menghadapi IR 4.0. Di samping itu, Alaloul et.al (2018) juga menyatakan bahawa institusi TVET memerlukan infrastruktur yang mencukupi dan akses kepada teknologi terkini untuk menyediakan latihan secara langsung. Kekurangan sumber boleh menghalang penyepaduan berkesan teknologi IR 4.0 ke dalam persekitaran pembelajaran.

Penggunaan teknologi dalam pengajaran dan pembelajaran adalah satu cabaran. Kepimpinan dan pengurusan TVET perlu menyokong penggunaan teknologi seperti e-pembelajaran, simulasi, dan platform pembelajaran dalam talian untuk meningkatkan pengalaman pembelajaran pelajar. Institusi TVET mesti tangkas dalam menyesuaikan program dengan perubahan dalam pasaran kerja. Semakan kerap mengenai trend industri dan permintaan pasaran pekerjaan adalah perlu bagi memastikan graduan berdaya saing. Kajian mencadangkan bahawa kerjasama yang tidak mencukupi antara institusi dan industri TVET menyumbang kepada jurang dalam memahami keperluan kemahiran masa nyata bagi industri yang sedang berkembang. (Kwiatkowska et al., 2021). Tanpa hubungan kukuh dengan rakan kongsi industri, program TVET mungkin bergelut untuk mengenal pasti dan menggabungkan kemahiran teknikal dan pengetahuan khusus yang diperlukan oleh majikan. Institusi TVET mesti bekerjasama rapat dengan industri untuk memahami keperluan kemahiran mereka yang berkembang. Mewujudkan perkongsian dengan perniagaan membantu dalam menyelaraskan kurikulum dengan keperluan industri dan memastikan graduan bersedia untuk bekerja. Menurut Shazhirah et al. (2022), memandangkan teknologi merupakan aspek asas Industri 4.0, program TVET perlu memanfaatkan alatan dan platform digital untuk menyediakan pengalaman praktikal dan kemahiran praktikal.

Penyelidikan menunjukkan bahawa sesetengah institusi TVET menghadapi cabaran dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam kaedah pengajaran mereka dengan berkesan. Penggunaan teknologi dalam pengajaran dan pembelajaran adalah satu cabaran. Kepimpinan dan pengurusan TVET perlu menyokong penggunaan teknologi seperti e-pembelajaran, simulasi, dan platform pembelajaran dalam talian untuk meningkatkan pengalaman pembelajaran pelajar (Hanafi et.al, 2023). Menurut Mustakim et.al (2021), cabaran bagi institusi TVET dalam menghadapi IR 4.0 adalah latihan guru dan pembangunan profesional dimana agak sukar bagi meningkatkan kemahiran pengajar-pengajar TVET. Pengajar TVET mesti dilengkapi dengan kemahiran terkini untuk mengajar dan membimbing pelajar dengan berkesan berdasarkan teknologi baru. Program pembangunan profesional yang berterusan adalah penting untuk memastikan pendidik sentiasa bersedia dengan sebarang perubahan yang berlaku dalam sistem pendidikan (Fadel et.al, 2022). Pemimpin TVET harus mempertimbangkan piawaian antarabangsa untuk memastikan kemahiran yang diajar diiktiraf di peringkat global. Ini amat penting kerana teknologi membolehkan tenaga kerja yang lebih saling berkaitan dan global (Guzmán et al., 2020).

Ketidakpadanan kemahiran dalam program Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET), khususnya dalam konteks Industri 4.0 (IR 4.0), merupakan cabaran yang ketara. Menurut Ing et.al (2019) banyak kajian menyerlahkan kesukaran dalam menyelaraskan program TVET dengan permintaan kemahiran yang

berkembang pesat dalam industri yang mengalami transformasi digital. Sesetengah program TVET mungkin tertumpu secara geografi atau sektor, yang membawa kepada ketidakpadanan antara kemahiran yang diajar dan keperluan industri di kawasan atau sektor yang berbeza. Seterusnya, melalui pernyataan Zulnaidi et. al (2020), pendidik mungkin mendapati kesukaran untuk mereka bentuk semula kursus, mencipta bahan pengajaran baharu dan melaksanakan kaedah pengajaran interaktif tanpa masa dan sokongan institusi yang mencukupi. Pemimpin perlu membangunkan strategi untuk memastikan pendekatan inovatif bukan sekadar inisiatif jangka pendek tetapi menjadi tertanam dalam budaya institusi untuk impak yang berterusan. Menangani cabaran ini memerlukan pendekatan strategik yang melibatkan pembangunan profesional pendidik, pelaburan dalam infrastruktur teknologi, memupuk budaya inovasi, dan kerjasama rapat dengan industri untuk memastikan kaedah pengajaran sejajar dengan permintaan IR 4.0 yang berkembang (Abdul Aziz et al., 2023).

Keperluan untuk strategi penilaian baharu yang mengukur pemikiran kritis, penyelesaian masalah dan kemahiran kerjasama boleh menjadi mencabar untuk dilaksanakan dalam rangka kerja penilaian institusi sedia ada. Sesetengah program TVET mungkin tidak cukup menekankan kepentingan pembelajaran berterusan dan peningkatan kemahiran dalam industri yang pesat berubah (Anwar et al., 2023). Dalam persekitaran dinamik IR 4.0, graduan perlu dilengkapi dengan minda untuk pembelajaran sepanjang hayat agar kekal relevan dalam kerjaya mereka (Ngatiman et. al, 2023). Ringkasnya, kepimpinan TVET untuk IR 4.0 memerlukan pendekatan proaktif untuk terus mendahului kemajuan teknologi, bekerjasama dengan industri, dan memastikan program pendidikan sejajar dengan permintaan pasaran pekerjaan yang berkembang. (Nor et al., 2022). Penyesuaian berterusan, kerjasama dan tumpuan pada pembangunan kemahiran holistik adalah penting untuk kejayaan dalam landskap teknologi yang berubah dengan pantas (Ahmad, 2015).

4. Penutup

Dapatan kajian daripada 20 buah artikel ini menunjukkan bahawa terdapat banyak cabaran yang perlu ditangani oleh kepimpinan dan pengurusan institusi TVET dalam menghadapi Revolusi Perindustrian Keempat (IR 4.0). Dalam menghadapi transformasi mendalam yang dibawa oleh Revolusi Perindustrian Keempat (IR 4.0), cabaran yang dihadapi oleh kepimpinan dan pengurusan Institut Teknikal dan Vokasional (TVET) adalah menggerunkan dan kompleks. Peperiksaan ini menggariskan keperluan kritikal untuk kepimpinan berwawasan, perancangan strategik, dan pendekatan pengurusan adaptif untuk berjaya menavigasi konvergensi kemajuan teknologi dan pendidikan vokasional. Cabaran kepimpinan dalam institusi TVET semasa IR 4.0 melangkaui tanggungjawab pentadbiran semata-mata, juga menuntut pemikiran yang proaktif dan berfikiran ke hadapan. Pemimpin mesti memperjuangkan budaya inovasi, menilai semula secara konsisten dan menyelaraskan semula matlamat pendidikan dengan permintaan industri yang berkembang pesat. Selain itu, peranan pemimpin TVET menjadi penting dalam memupuk persekitaran yang menggalakkan pembelajaran berterusan dan menerima integrasi teknologi dalam pedagogi. Kemampanan kewangan muncul sebagai tema berulang dalam cabaran yang dihadapi oleh pemimpin TVET. Mengimbangi penyepaduan teknologi canggih, mengemas kini infrastruktur dan memenuhi piawaian industri memerlukan perancangan kewangan yang bijak dan peruntukan sumber. Usaha untuk kemampanan memerlukan pemimpin yang boleh mengemudi dengan cekap kekangan belanjawan sambil mengekalkan komitmen untuk menyediakan pelajar dengan kemahiran yang relevan dan berdaya saing.

Conflict of Interest

Authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of the paper.

Author Contribution

The author confirms sole responsibility for the following: study conception and design, data collection, analysis and interpretation of results, and manuscript preparation.

References

- Abdul Aziz, K., Abd Aziz, N. A., Osman, A. A., & Abd Halim, S. N. (2023). Developing a Skill-Set Model for Industrial Revolution 4.0 (IR4.0) Era: A Conceptual Paper. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 13(4). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v13-i4/16821>
- Abu-Ulbeh, W., Amayreh, K., & Bamansoor, S. (2021). THE ROLE OF LEADERSHIP IN INDUSTRIAL REVOLUTION (IR 4.0) ACHIEVEMENT AND CREATIVE THINKING STRATEGIES. <https://doi.org/10.14257/ijdrbc.2021.12.1.02>
- Ahmad, H. (2015). Leadership in TVET for the 21st Century: Challenges, Roles and Characteristics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 1471–1476. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.446>
- Alaloul, W. S., Liew, M. S., Zawawi, N. A. W. A., & Mohammed, B. S. (2018). Industry Revolution IR 4.0: Future Opportunities and Challenges in Construction Industry. *MATEC Web of Conferences*, 203. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201820302010>

- Anwar, M., Abdul, B., Hafizi, M., Masdar1, B., Engku, & Bin, M., Abdullah, E., Bentong, K. K., Politeknik, J. P., Kolej, D., Kementerian, K., Tinggi, P., Bin, M. A., Kolej, A., & Bentong, K. (2023). DIGITAL COMPETENCY AMONG EDUCATORS IN MALAYSIA FACING WITH FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION (IR4.0). In *Jurnal Al-Sirat* (Vol. 02, Issue 23).
<https://ejournal.unipsas.edu.my>
- Guzmán, V. E., Muschard, B., Gerolamo, M., Kohl, H., & Rozenfeld, H. (2020). Characteristics and Skills of Leadership in the Context of Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 43, 543–550.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.167>
- Hanafi, A. G., Ahmad, H. H., Mansor, M. F., & Mustafa, W. A. (2023). An Integrated Approach in Empowering Technical and Vocational Education and Training (TVET) for Malaysian Asnaf in the IR4.0 Era. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 30(2), 255–271.
<https://doi.org/10.37934/araset.30.2.255271>
- Ing, T. S., Lee, T. C., Chan, S. W., Alipal, J., & Hamid, & N. A. (2019). An Overview of the Rising Challenges in Implementing Industry 4.0. In *Int. J Sup. Chain. Mgt* (Vol. 8, Issue 6). <http://excelingtech.co.uk/>
- Khin Cho Tun, Nay Zar Aung, Sai Kyaw Naing Oo. (2021). Awareness, Perception and Preparation of TVET Students, Teachers and Managers for Industry 4.0 in Myanmar. Retrieved from <https://tvvet-online.asia/17/awareness-perception-and-preparation-of-tvet-students-teachers-and-managers-for-industry-4-0-in-myanmar/>
- Kwiotkowska, A., Gajdzik, B., Wolniak, R., Vveinhardt, J., & Gębczyńska, M. (2021). Leadership competencies in making industry 4.0 effective: The case of polish heat and power industry. *Energies*, 14(14).
<https://doi.org/10.3390/en14144338>
- Liyana, S., Zulkifle, A., Omar, S. S., Mahadi, N., Arifin, Z. Z., & Yaakop, A. Y. (2021). A Review of Leadership Approaches in the Industrial Revolution of 4.0 Era. *ONLINE JOURNAL FOR TVET PRACTITIONERS*, 6(2), 21–27. <https://doi.org/10.30880/jtet.2021.06.02.003>
- Mohd, S. H., Bin, F., Director, I., Nurulhuda, S., Mohd, T., & Phd, Y. (2020). Leadership Style in TVET Education Towards 21st Century. *International Journal of Integrated Education, Engineering and Business*, 3.
- Mubin Md Nor, B., Ilias, K., Abd Hamid, M., Siraj, S., Hassan Abdullah, M., Nidzam Yaakob, M., & Aiman Dzafran Norafandi, N. (n.d.). The Use of Fuzzy Delphi Method in Developing Soft Skills of Industrial Revolution 4.0 In Pdp at Malaysian Institute of Teacher Education.
- Nabilah, F., Hassan, A., Razak, K. A., Hehsan, A., Talhah, M., Jima'ain, A., & Junaidi, J. (2020). The Emerging Challenges of Industrial Revolution 4.0: A Students' Perspective. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(6), 1215–1225.
<https://www.researchgate.net/publication/341150375>
- Ngatiman, S., Sulaiman, T., & Wong, K. Y. (2023). The Challenges of Implementing Industrial Revolution 4.0 Elements in TVET. *Journal of Technical Education and Training*, 15(3 Special Issue), 169–181.
<https://doi.org/10.30880/jtet.2023.15.03.015>
- Salina Mustakim, S., Sulaiman, T., Abdul Manaf, U., Minghat, A., & Rabindarang, S. (2021). Exploring Best Practices of Technical and Vocational Education and Training (TVET) Teachers in the 4 th Industrial Revolution (4IR) (Vol. 25). <http://annalsofrscb.ro>
- Shazhirah, N., Fadel, M., Izzuan, M., & Ishar, M. (2022). Sains Humanika Awareness of Universiti Teknologi Malaysia's TVET Students on Industrial Revolution 4.0 Kesedaran Pelajar Pendidikan TVET Universiti Teknologi Malaysia Mengenai Revolusi Industri 4.0. <https://doi.org/10.11113/sh.v14n3-2.2014>
- Thailand, T., & World Economy, J. (n.d.). Leadership Skills for Industry 4.0: Scale Development and Validation. In *Thailand and The World Economy* | (Vol. 40, Issue 2).
- Zulnaidi, H., Rahim, S. S. A., & Salleh, U. K. M. (2020). The readiness of TVET lecturers in facing the intelligence age IR4.0. *Journal of Technical Education and Training*, 12(3 Special Issue), 89–96.
<https://doi.org/10.30880/jtet.2020.12.03.009>