

Menerajui Masa Depan TVET: Mengupas Transformasi Digital

Shaping the Future of TVET: Exploring Digital Transformation

Mohd Hatta Md Hani^{1,2*}, Affero Ismail², Syarizul Amri Mohd Dzulkifli¹,
Noorazman Abdul Samad³, Zawawi Mohamad⁴, Mohd Hilmi Mohd Tahrir⁵,
Anwar Hafidzi⁶

¹ Jabatan Teknologi Maklumat, Pusat Pengajian Diploma, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM), KM 1, Jalan Panchor, Muar, Johor, 84600, MALAYSIA

² Pusat Inovasi Digital UTHM-LABTECH (DICE), Fakulti Pendidikan Teknikal dan Vokasional, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pt. Raja, Batu Pahat, Johor, 86400, MALAYSIA

³ Jabatan Pendidikan Vokasional, Fakulti Pendidikan Teknikal Dan Vokasional, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pt. Raja, Batu Pahat, Johor, 86400, MALAYSIA

⁴ Bahagian Teknologi Tanpa Musnah (NDT), Pusat Latihan Teknologi Tinggi (ADTEC) Jerantut, Kementerian Sumber Manusia, Jerantut, Pahang, 27000, MALAYSIA

⁵ Jabatan Teknologi Elektrik, Kolej Vokasional Batu Pahat, KM7 Jln Kluang, Batu Pahat, Johor, 83000 MALAYSIA

⁶ Fakultas Syariah, Universitas Islam Negeri Antasari, Jalan Ahmad Yani KM 4.5, Banjar Masin, Kalimantan Selatan, 70235e, INDONESIA

*Pengarang Utama: hatta@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/mari.2024.05.03.013>

Maklumat Artikel

Diserah: 1 Mac 2024

Diterima: 31 Julai 2024

Diterbitkan: 31 Disember 2024

Kata Kunci

Pendidik TVET, Pendigitalan, Pendigitalan TVET, Kompetensi Digital, Transformasi Digital, Transformasi Pendidikan, Kompetensi Profesional Pendidik, Matlamat Pembangunan Mampan

Abstrak

Kemunculan revolusi teknologi digital serta kepesatan inovasi ICT kini dirasai pada semua peringkat dan telah mendatangkan keperluan mendesak kearah transformasi digital. Apabila arus transformasi digital mensinergi landskap pendidikan pada tahap global, institusi Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET) turut terkesan dan kini berada di tengah-tengah anjakan tersebut. Konvergensi kemajuan teknologi, kebangkitan industri baharu, dan evolusi dunia pekerjaan seterusnya memerlukan tindak balas yang mantap, terutamanya daripada sektor TVET. Memandangkan institusi TVET berhasrat untuk melengkapkan pelajar dengan kemahiran praktikal dan pengetahuan yang sejajar menurut permintaan pasaran industri, mereka memainkan peranan penting dalam merapatkan jurang kompetensi yang sering dicipta oleh revolusi digital. Oleh itu, kertas penyelidikan ini berusaha mengupas konteks impak transformasi digital terhadap TVET. Kajian dijalankan menggunakan pendekatan kualitatif dengan rekabentuk pemerhatian tidak berstruktur dan analisis dokumen awam. Hasilnya kajian ini menganalisis kesan mendalam impak transformasi digital terhadap dunia pekerjaan masa hadapan, kompetensi yang diperlukan, serta tindak balas strategik global serantau terhadap transformatif ini. Akhirnya timbul persoalan penyelidikan utama yang perlu diterokai

tentang bagaimanakah institusi TVET boleh merancang dan melaksanakan transformasi digital secara berkesan untuk memenuhi permintaan yang semakin berkembang dalam era digital.

Keywords

TVET Educators, Digitization, TVET Digitization, Digital Competence, Digital Transformation, Transforming Education, Educator Professional Competencies, Sustainable Development Goals

Abstract

The rapid emergence of digital technology and ICT technology innovation can now be felt at all levels and has brought an urgent need towards digital transformation. When the current shift of digital transformation synergizes the education landscape globally, Technical and Vocational Education and Training (TVET) institutions are also affected. They are now in the middle of the shift. The convergence of technological advances, new dawns, and the subsequent evolution of the world of work requires a robust response, especially from the TVET sector. As TVET institutions aim to equip students with practical skills and knowledge appropriate to the demands of the industrial market, they play an important role in bridging the competence gap often created by the digital revolution. Therefore, this research paper seeks to understand the context of the impact of digital transformation on TVET. The study used a qualitative approach with an unstructured observation design and analysis of public documents. The results of this study analyze the profound impact of digital transformation on the future world of work, the competencies required, and the regional and global strategic response to this transformation. Finally, a key research question that needs to be explored is how TVET institutions can effectively plan and implement digital transformation to meet the growing demands of the digital era.

1. Pendahuluan

Transformasi digital dalam bidang TVET merupakan agenda penting dalam membentuk kompetensi pekerjaan masa hadapan. Seiring dengan kemunculan era Industri 5.0, keupayaan sumber manusia yang berdaya tahan dan mampan menjadi elemen teras dalam kemajuan teknologi. Oleh itu, institusi TVET perlu menyepadukan kompetensi digital dalam kurikulum untuk memenuhi keperluan sumber manusia yang semakin berkembang [1]. Transformasi digital juga telah memacu perkembangan ekonomi digital, yang didorong oleh inovasi teknologi seperti kecerdasan buatan (AI), data besar (Big Data), dan Internet of Things (IoT). Inovasi ini menuntut tenaga kerja yang dilengkapi dengan kompetensi digital baharu [2]. Di samping itu, kebangkitan masyarakat digital menekankan kepentingan literasi digital, bukan sahaja dalam konteks ekonomi, tetapi juga dalam memupuk keterangkuman sosial dan memastikan akses yang adil kepada teknologi [3]. Menurut laporan World Economic Forum (WEF), pekerjaan masa hadapan akan memerlukan gabungan kompetensi teknikal, digital, dan sosio-emosi, yang menonjolkan peranan penting TVET dalam menyediakan tenaga kerja yang bersedia menghadapi cabaran masa depan [4]. Oleh itu, pelbagai strategi global berkaitan transformasi digital dalam TVET telah dibangunkan, yang menumpukan pada peningkatan infrastruktur digital, latihan pendidik dalam pedagogi digital, dan pengukuhan kerjasama antara industri dan institusi pendidikan bagi memastikan kurikulum selari dengan keperluan pasaran pekerjaan [5]. Status semasa TVET di peringkat global menunjukkan variasi ketara merentasi rantau geografi, di mana sesetengah negara telah mencapai kemajuan yang signifikan dalam integrasi teknologi digital, manakala yang lain masih berhadapan dengan cabaran dari segi sumber atau infrastruktur yang terhad [6]. Walaupun terdapat perbezaan ini, terdapat kesepakatan yang semakin meningkat bahawa transformasi digital dalam TVET adalah kritikal untuk merangsang pertumbuhan ekonomi, pembangunan sosial, dan meningkatkan daya saing negara dalam era digital.

2. Metodologi Kajian

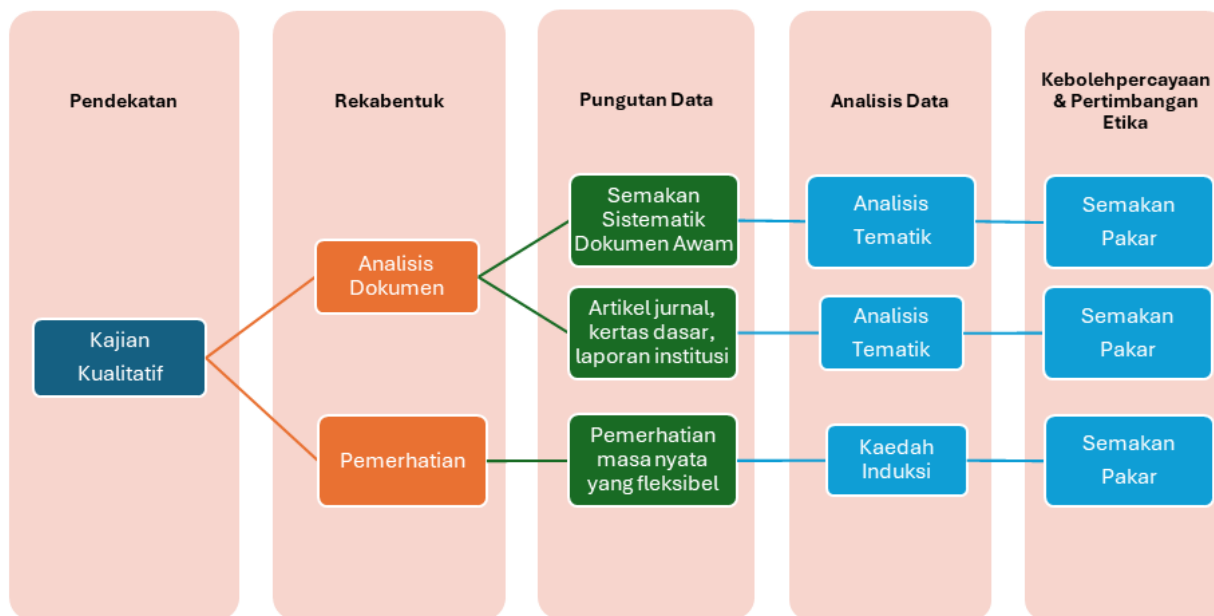
2.1 Pendekatan Kajian

Pendekatan penyelidikan kualitatif telah dipilih bagi kajian ini kerana keberkesanannya dalam meneroka fenomena yang kompleks dan dinamik [7]. Penyelidikan kualitatif juga sesuai digunakan apabila matlamat kajian adalah untuk memahami sebab-sebab asas, pendapat, dan motivasi, dengan memberikan gambaran mendalam tentang konteks masalah, berbanding hanya mengukurnya secara kuantitatif [8]. Dalam konteks kajian ini, pendekatan kualitatif membolehkan penerokaan terperinci terhadap proses transformasi digital dalam TVET. Ia memfokuskan kepada cara transformasi ini dilihat, dilaksanakan, dan dialami oleh pendidik,

pelajar, serta penggubal dasar. Pendekatan ini juga membolehkan peneliti mengkaji pengalaman dan perspektif pelbagai pihak berkepentingan dalam usaha memahami bagaimana transformasi digital memberi impak kepada amalan pendidikan dan latihan di institusi TVET.

2.2 Rekabentuk Kajian

Reka bentuk kajian untuk kajian ini merangkumi dua kaedah utama iaitu pemerhatian tidak berstruktur dan analisis dokumen.



Rajah 1 Ekosistem Metodologi Penyelidikan Kualitatif untuk Transformasi Digital dalam TVET

2.2.1 Pemerhatian Tidak Berstruktur

Pemerhatian tidak berstruktur telah digunakan dalam kajian ini bagi mendapatkan pandangan mendalam mengenai aspek praktikal transformasi digital dalam institusi TVET. Kaedah ini dicirikan oleh tahap fleksibiliti yang tinggi, membolehkan penyelidik memerhati dan merekod data tanpa keperluan untuk kategori atau garis panduan yang telah ditetapkan [9]. Melalui kaedah ini, penyelidik dapat meneroka bagaimana teknologi digital disepadukan ke dalam proses pengajaran dan pembelajaran, bagaimana pendidik menyesuaikan diri dengan persekitaran digital yang baharu, serta cara pelajar berinteraksi dengan sumber digital. Pemerhatian ini dilaksanakan di beberapa institusi TVET, dengan tumpuan diberikan kepada pelbagai aktiviti, termasuk interaksi di bilik darjah, penggunaan alat digital, dan strategi institusi dalam melaksanakan transformasi digital. Hasil pemerhatian ini memberikan pandangan awal tentang cabaran serta kejayaan yang dihadapi dalam proses transformasi digital di pelbagai konteks pendidikan.

2.2.2 Analisis Dokumen

Analisis dokumen merupakan kaedah kedua yang digunakan dalam kajian ini, yang memfokuskan kepada pemeriksaan dokumen awam seperti artikel jurnal, kertas dasar, dan laporan institusi yang berkaitan dengan transformasi digital dalam TVET. Kaedah ini melibatkan prosedur sistematik untuk menyemak dan menilai dokumen dalam bentuk bahan bercetak serta elektronik [10]. Dalam penyelidikan kualitatif, analisis dokumen berkesan untuk mengkontekstualisasikan penemuan, mengenal pasti arah aliran, dan mengesahkan data yang dikumpul melalui kaedah lain. Bagi kajian ini, analisis dokumen digunakan untuk mengkaji literatur sedia ada mengenai transformasi digital dalam TVET, mengenal pasti tema-tema utama, strategi, serta cabaran yang didokumentasikan dalam penyelidikan terdahulu. Analisis ini memberikan gambaran menyeluruh tentang keadaan semasa transformasi digital dalam TVET di peringkat global, serta menawarkan pandangan mengenai amalan terbaik dan cadangan yang dikemukakan dari pelbagai konteks pendidikan.

2.3 Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data bagi kajian ini dijalankan dalam dua fasa. Pada fasa pertama, pemerhatian tidak berstruktur dilaksanakan di beberapa institusi TVET terpilih. Semasa pemerhatian, nota pemerhatian direkodkan secara sistematik dengan fokus kepada penggunaan teknologi digital dalam aktiviti pengajaran dan pembelajaran. Fasa kedua melibatkan analisis dokumen, di mana artikel jurnal, laporan dasar, dan dokumen lain yang berkaitan disemak dan dianalisis secara sistematik. Pemilihan dokumen dilakukan berdasarkan kaitannya dengan objektif penyelidikan serta sumbangannya kepada pemahaman yang lebih mendalam tentang transformasi digital dalam TVET.

2.4 Analisis Data

Analisis data bagi kajian ini mengikuti pendekatan induktif, yang sering digunakan dalam penyelidikan kualitatif, di mana tema dan corak muncul secara langsung daripada data [11]. Data daripada pemerhatian dianalisis menggunakan analisis tematik, dengan tema dan corak yang berulang berkaitan transformasi digital dalam TVET dikenal pasti dan dikategorikan. Begitu juga, analisis dokumen melibatkan pengkodan teks daripada dokumen terpilih, diikuti dengan pengenalpastian tema dan trend utama yang relevan dengan persoalan kajian. Analisis tematik ini dijalankan dalam beberapa peringkat, termasuk membiasakan diri dengan data, pengkodan, mencari tema, menyemak tema, serta mentakrif dan menamakan tema [12]. Pendekatan ini memastikan pemahaman yang komprehensif terhadap data, membolehkan penyelidik membuat kesimpulan yang bermakna mengenai keadaan semasa dan kesan transformasi digital dalam TVET.

2.5 Kebolehpercayaan dan Pertimbangan Etika Kajian

Bagi memastikan kebolehpercayaan kajian, beberapa strategi telah diterapkan, termasuk semakan pakar bagi meningkatkan kredibiliti keputusan [13]. Semakan pakar ini melibatkan perkongsian penemuan pemerhatian dengan peserta untuk pengesahan dan pengesahan semula, manakala jejak audit digunakan untuk mendokumentasikan semua keputusan dan langkah yang diambil sepanjang kajian, memastikan ketelusan dan kebolehpercayaan proses penyelidikan [14]. Pertimbangan etika juga memainkan peranan penting dalam kajian ini, khususnya semasa fasa pemerhatian tidak berstruktur. Persetujuan termaklum diperoleh daripada semua peserta, dengan jaminan bahawa kerahsiaan mereka akan dijaga sepenuhnya. Dalam analisis dokumen, perhatian yang teliti telah diberikan kepada pematuhan hak harta intelek, dengan semua sumber dipetik dan dirujuk mengikut piawaian akademik yang sewajarnya.

3. Konvergensi teknologi, ekonomi dan masyarakat dalam transformasi digital

3.1 Transformasi Teknologi Industri 5.0

Revolusi perindustrian mewakili siri perubahan sosioekonomi dan teknologi yang ketara dalam sejarah, dengan setiap era membawa kepada kemajuan besar merentasi pelbagai sektor global. Revolusi terkini melibatkan integrasi teknologi digital, sains fizikal, dan sistem biologi, yang memacu inovasi dengan pantas [15]. Kesan revolusi ini mencetuskan cabaran baharu serta membuka peluang bagi transformasi digital dalam TVET. Indeks Ketangkasan Teknologi menilai potensi teknologi dalam memberi impak kepada masyarakat, meliputi aspek seperti kelajuan pembangunan teknologi, perubahan struktur industri, kadar pengangguran, kemunculan pasaran baharu, serta peningkatan produktiviti [16].

Dari Revolusi Perindustrian Pertama hingga Kelima (Industri 5.0), ketangkasan teknologi secara konsisten bertindak sebagai penggerak dan pemangkin utama dalam evolusi industri. Revolusi Perindustrian Pertama (1760–1840), dengan kuasa wap dan mekanisasi, mendorong peralihan masyarakat agraria kepada masyarakat perindustrian, memperkenalkan pengeluaran mekanik, urbanisasi, dan ekonomi kilang [17].

Revolusi Perindustrian Kedua pada akhir abad ke-19 hingga pertengahan abad ke-20 dicirikan oleh penggunaan elektrik secara meluas serta pengeluaran besar-besaran, yang mendorong pertumbuhan ekonomi perindustrian moden [18].

Revolusi Perindustrian Ketiga, yang muncul pada akhir abad ke-20, memperkenalkan era pendigitalan dan automasi, yang mengubah paradigma komunikasi dan pemrosesan data secara mendalam [15].

Revolusi Perindustrian Keempat, atau Industri 4.0, melibatkan penyepaduan teknologi termaju dalam pelbagai domain, yang membawa kepada perubahan besar dalam industri dan masyarakat. Penumpuan sistem digital, fizikal, dan biologi memperkenalkan automasi, kecerdasan buatan (AI), serta teknologi pintar, mengubah cara industri dan ekonomi berfungsi secara radikal [19].

Revolusi Perindustrian Kelima (Industri 5.0) bukan sekadar lanjutan daripada Industri 4.0, tetapi merupakan tindak balas yang menekankan peranan manusia dalam proses perindustrian. Ia bertujuan memperkenalkan pendekatan yang lebih diperibadikan, mampan, dan kolaboratif kepada industri dengan

menggabungkan kreativiti serta kebolehan manusia dengan teknologi canggih seperti AI. Alatan AI seperti ChatGPT membuka peluang baharu dalam penciptaan kandungan, komunikasi, dan pembelajaran dalam TVET. Selain itu, teknologi pendidikan yang muncul seperti realiti maya (VR), realiti tambahan (AR), sistem pengurusan pembelajaran (LMS), dan pengkomputeran awan menjadi semakin penting untuk diterima pakai dalam konteks pendidikan masa kini.

3.2 Pembangunan ekonomi digital

Semua teknologi, sama ada yang sedia ada atau yang belum dicipta, membawa manfaat dan risiko tersendiri. Sepanjang sejarah manusia, inovasi, pembangunan, dan penggunaan teknologi sentiasa melibatkan usaha untuk memanfaatkan kelebihanannya sambil mengurangkan kelemahannya [20]. Sebagai contoh, dalam masyarakat tradisional, pertumbuhan ekonomi adalah perlahan kerana keterbatasan ekonomi berasaskan pertanian dan kaedah pengeluaran asas, yang menyebabkan ekonomi kurang berkembang. Keadaan ini berubah dengan Revolusi Perindustrian Pertama, yang memperkenalkan inovasi teknologi seperti mekanisasi dan pengeluaran berasaskan industri, meningkatkan produktiviti dan hasil secara mendadak [21].

Dalam era ekonomi digital, peningkatan maklumat dan teknologi telah menjadikan ekonomi lebih tangkas dan cekap. Data kini menjadi asas utama pembangunan ekonomi digital. Proses ini melibatkan pengumpulan, analisis, dan penggunaan data untuk mencipta nilai ekonomi, dengan mengubah data menjadi maklumat yang berguna, cerapan, atau produk yang mampu meningkatkan kecekapan, membangunkan aliran hasil baharu, atau mengukuhkan model perniagaan sedia ada. Perindustrian digital dan pendigitalan industri merupakan dua tonggak utama ekonomi digital [22].

Perindustrian digital memberi tumpuan kepada pembangunan industri berpusatkan teknologi digital seperti data besar, pengkomputeran awan, AI, dan Internet of Things (IoT), yang telah menjadi sektor mandiri yang memacu pertumbuhan ekonomi baharu. Sebaliknya, pendigitalan industri merujuk kepada penyepaduan teknologi maklumat dan Internet ke dalam industri pembuatan dan perkhidmatan tradisional untuk meningkatkan kecekapan, mengurangkan kos, dan meningkatkan daya saing. Ini menggambarkan transformasi dan peningkatan industri tradisional melalui penggunaan teknologi digital. Dorongan terhadap perindustrian digital dan pendigitalan industri telah membawa kepada perubahan ketara dalam permintaan kemahiran di pasaran pekerjaan, yang seterusnya memerlukan program TVET dan kurikulum disesuaikan dengan objektif strategik untuk pembangunan bakat yang relevan.

3.3 Pembangunan masyarakat digital

Kemunculan ekonomi digital telah memberikan sinergi kepada model perindustrian tradisional, mencetuskan revolusi digital yang membawa perubahan ketara kepada masyarakat serta mencabar pelbagai aspek tingkah laku manusia dalam sistem sosial. Revolusi ini secara mendasar telah mengubah cara masyarakat hidup dan bekerja. Walaupun ekonomi perindustrian menyumbang kepada perubahan dalam urbanisasi dan struktur sosial, ekonomi digital pula memupuk masyarakat Internet global [20].

Perkembangan masyarakat digital telah mengubah bentuk interaksi sosial, dengan teknologi digital semakin tertanam dalam kehidupan harian. Bermula daripada peranti pintar sehingga ke bandar pintar, teknologi digital kini mempengaruhi cara masyarakat berinteraksi dengan dunia sekeliling. Sebagai contoh, Jepun telah memperkenalkan konsep Society 5.0, yang membayangkan masyarakat masa depan yang mengintegrasikan teknologi canggih untuk menangani keperluan dan cabaran sosial. Konsep ini menunjukkan hubungan simbiotik antara teknologi dan kemanusiaan, dengan tujuan membentuk masyarakat yang bijak dan mampan, yang mampu menyelesaikan isu-isu masyarakat sambil meningkatkan kualiti hidup [23]. Dalam Society 5.0, alat komunikasi digital dan media sosial mengubah cara individu berinteraksi, membolehkan komunikasi merentas masa dan ruang. Kemunculan komuniti dalam talian juga telah mentakrifkan semula hubungan sosial tradisional.

Di samping itu, dalam bidang TVET, kemajuan teknologi memperkenalkan mod pembelajaran yang lebih fleksibel dan mudah. Pembelajaran dalam talian dan pembelajaran teradun kini semakin diterima, dengan pelajar menunjukkan minat yang tinggi terhadap kursus dalam talian berbanding interaksi bersemuka. Format kursus hibrid dan HyFlex semakin mendapat tempat kerana fleksibiliti dari segi masa, tempoh, dan format [24].

Transformasi dalam sektor pendidikan dan kekaburan sempadan antara kaedah pengajaran ini memerlukan pendidik TVET untuk mempunyai pemahaman yang mendalam tentang maklumat, pengetahuan, latihan, dan kemahiran yang berkaitan dengan amalan pengajaran terbaik. Peningkatan kompetensi digital mereka secara menyeluruh amat penting bagi membolehkan pendidik TVET mengemudi dengan cekap persekitaran pengajaran pelbagai mod dan memastikan semua pelajar menerima akses kepada pembelajaran yang inklusif, saksama, dan berkualiti tinggi.

4. Evolusi kemahiran dan strategi global dalam TVET

4.1 Perubahan dalam keperluan kemahiran dalam dunia pekerjaan masa hadapan

Dalam ekonomi digital dan masyarakat digital, teknologi seperti AI dan robotik dijangka mengubah sektor pekerjaan masa hadapan pada kadar yang belum pernah disaksikan sebelum ini. Perkembangan teknologi AI mempercepatkan perubahan sebanyak 10 kali lebih pantas dan menghasilkan impak 300 kali lebih besar berbanding revolusi perindustrian terdahulu, dengan hampir 3,000 kali lebih besar kesannya. AI akan menggantikan pekerjaan yang dianggap tidak relevan dalam konteks ekonomi digital. Kajian melibatkan lebih 200,000 pekerja di 29 negara, termasuk 27 negara OECD serta Singapura dan Rusia, menganggarkan bahawa antara 20–25% pekerjaan di negara Nordik dan Asia Timur, dan lebih daripada 40% pekerjaan di Eropah Timur akan digantikan oleh AI menjelang awal 2030-an. Di China, diunjurkan bahawa 26% pekerjaan dalam sektor perkhidmatan, pembinaan, industri dan pertanian akan digantikan oleh AI dalam tempoh dua dekad akan datang, manakala di UK, anggaran ini sekitar 20%. Skala penggantian pekerjaan di AS diramalkan akan lebih tinggi, di mana 47% pekerjaan di negara itu berisiko tinggi untuk melalui proses automasi dalam tempoh yang sama [25].

Sebaliknya, teknologi digital juga mencipta peluang pekerjaan baharu, termasuk dalam bidang robotik, analitik berasaskan AI, pembelajaran mesin, dan pembantu maya. Di China, dianggarkan 297 juta pekerjaan baharu akan diwujudkan antara 2017 dan 2037, manakala di UK, 20% daripada pekerjaan masa depan dijangka dicipta dalam tempoh yang sama. Pasaran pekerjaan memerlukan kemahiran teknologi yang lebih tinggi sehingga 87% daripada 1,216 majikan yang disoal selidik mengenal pasti jurang kemahiran sama ada pada masa kini atau dalam tempoh lima tahun akan datang. Analisis data dan Teknologi Maklumat dan Komunikasi (ICT) muncul sebagai dua bidang kemahiran yang paling diperlukan, menunjukkan keperluan pekerja untuk menguasai kompetensi digital yang lebih maju dalam persekitaran kerja yang semakin digital [26]. Hal ini menunjukkan kemahiran teknologi menjadi penting untuk pekerjaan masa depan.

Selain peningkatan kemahiran teknologi, Forum Ekonomi Dunia menganggarkan bahawa separuh daripada pekerja global mungkin perlu menukar pekerjaan dan memperoleh kemahiran baharu menjelang 2025, akibat daripada keusangan pekerjaan lama akibat penerapan teknologi baru. Penggunaan teknologi, pemantauan dan kawalan, serta reka bentuk dan pengaturcaraan teknologi dijangka menjadi antara 10 kemahiran utama yang diperlukan untuk meningkatkan kemahiran pekerja masa depan [26].

Di samping kemahiran teknologi, permintaan terhadap kemahiran transversal atau kemahiran yang boleh dipindah semakin meningkat disebabkan oleh perubahan landskap pekerjaan. UNESCO menekankan bahawa masyarakat bukan sahaja memerlukan kemahiran digital dan teknologi tetapi juga kerjasama, kreativiti, kemahiran sosial dan emosi, serta rasa solidariti global. Suruhanjaya Eropah bersetuju, mencadangkan bahawa pengukuhan kapasiti AI harus merangkumi bukan sahaja kemahiran khusus, tetapi juga kecekapan utama dalam sains, teknologi, seni liberal, dan kewarganegaraan. Kemahiran seperti 'penyelesaian masalah yang kompleks' dan 'pemikiran kritis' kekal berada dalam senarai 10 kemahiran pekerjaan yang paling diperlukan, dan semakin relevan apabila teknologi digital terus digunakan dalam pelbagai bidang pekerjaan [27].

4.2 Strategi global mengenai transformasi digital dalam TVET

Keperluan kemahiran yang berubah telah menarik perhatian agensi pendidikan dan pembangunan kemahiran global, termasuk UNESCO, ILO, dan World Bank. Dua daripada Matlamat Pembangunan Lestari (SDG) PBB—SDG 4 "Pendidikan Berkualiti" dan SDG 8 "Kerja Layak dan Pertumbuhan Ekonomi" secara khusus berkait dengan pembangunan kemahiran dan mempunyai potensi untuk mempengaruhi kemajuan terhadap semua SDG [28]. Sebagai komitmen kepada SDG, UNESCO telah mengembangkan strategi terkini untuk transformasi TVET melalui dokumen "Transforming Technical and Vocational Education and Training for Successful and Just Transitions: UNESCO Strategy 2022–2029". Strategi ini mengenal pasti tiga bidang keutamaan untuk TVET, dengan menekankan pentingnya kemahiran yang diperlukan bagi beralih kepada ekonomi digital [5]. Selain itu, ILO melalui dokumen "Strategy on Skills and Lifelong Learning 2030" menyarankan bahawa pembelajaran harus menekankan sokongan terhadap pendidikan digital dan penyampaian kemahiran digital [6]. ILO juga menangani impak teknologi ke atas TVET dan sistem kemahiran di bawah inisiatif "Digitalization of Skills Systems". Pada masa yang sama, laporan World Bank menegaskan bahawa pelaburan dalam teknologi digital, seperti latihan VR dalam TVET, dapat meningkatkan daya tahan dan keberkesanan sistem TVET [29].

Pada peringkat serantau, pelbagai strategi sedang dibangunkan untuk menyokong transformasi digital dalam TVET. Sebagai contoh, strategi Kesatuan Eropah melalui "New Skills Agenda for Europe" menekankan pentingnya kompetensi digital dalam TVET, menggalakkan negara anggota untuk melabur dalam infrastruktur

digital, mempertingkatkan celik digital, serta mengintegrasikan teknologi digital ke dalam kurikulum pendidikan vokasional. Inisiatif serupa juga wujud di rantau lain, seperti "*Continental Education Strategy for Africa*" untuk Kesatuan Afrika, yang menekankan peranan teknologi digital dalam memodenkan TVET. Di samping itu, Persekutuan Antarabangsa Persatuan Palang Merah dan Bulan Sabit Merah (IFRC) menerusi dokumen "*IFRC Strategic Framework on Education 2020–2030*" menyeru agar promosi kaedah pendidikan inovatif dan aplikasi teknologi digital diterapkan untuk meningkatkan kualiti, liputan, dan kebolehcapaian pendidikan [30].

Strategi nasional juga sedang dilaksanakan untuk merapatkan jurang digital dan memastikan akses yang saksama kepada teknologi bagi semua pelajar. Inisiatif ini termasuk penyediaan sambungan Internet yang luas, peranti mampu milik, serta latihan literasi digital kepada komuniti yang terpinggir. Sebagai contoh, "*SkillsFuture Movement*" di Singapura, yang dilancarkan pada tahun 2015, memberi sokongan kepada pelajar dewasa dan vokasional untuk meningkatkan kemahiran digital mereka melalui biasiswa, subsidi, serta program latihan [6]. Di China, dokumen dasar bertajuk "*Key Work on Improving Digital Literacy and Skills for All*" yang dikeluarkan pada tahun 2022, menyeru kepada peningkatan akses kepada sumber digital, peningkatan kemahiran digital untuk pekerjaan dan kehidupan, serta penggunaan data yang beretika, yang turut memberikan panduan dalam transformasi TVET [22].

5. Status semasa TVET global

Status semasa TVET global menunjukkan bahawa sektor ini berada dalam fasa transformasi yang mendalam, didorong oleh kemajuan pesat teknologi digital, perubahan ekonomi global, dan keperluan kemahiran yang semakin kompleks. Di banyak negara, TVET kini berdepan cabaran untuk menyesuaikan diri dengan revolusi perindustrian keempat (IR 4.0) yang memerlukan peningkatan kompetensi digital serta pemahaman mendalam tentang teknologi seperti kecerdasan buatan (AI), Internet Pelbagai Benda (IoT), dan analitik data. Walaupun terdapat usaha global untuk membentuk strategi TVET yang responsif kepada perubahan ini, ketidakseimbangan dalam pelaksanaan masih wujud, terutama dari segi penyediaan infrastruktur digital dan peningkatan kapasiti pendidik. Institusi TVET di seluruh dunia, dari negara maju hingga negara membangun, menghadapi tekanan untuk menghasilkan tenaga kerja yang bukan sahaja cekap secara teknikal tetapi juga mampu menyesuaikan diri dengan keperluan ekonomi digital yang dinamik.

Evolusi digital dalam teknologi, ekonomi, dan masyarakat telah menjadi pemacu utama dalam mengarahkan transformasi digital TVET secara mendalam. Transformasi ini mengharuskan pembangunan tenaga kerja yang tangkas dan mampu menyesuaikan diri dengan perubahan teknologi yang pesat serta memenuhi keperluan kemahiran dinamik pasaran global. Dalam konteks TVET, transformasi digital bukan hanya terhad kepada teknologi, tetapi turut menuntut transformasi pedagogi serta penyepaduan Teknologi Pendidikan (*EdTech*) secara menyeluruh. Di samping itu, peralihan ekonomi global ke arah digitalisasi mewajibkan semakan semula program dan kurikulum TVET untuk memastikan pembangunan bakat yang seiring dengan keperluan pasaran yang semakin berubah. Lebih penting lagi, apabila masyarakat bergerak ke arah komunikasi digital, pendidikan juga perlu berkembang dengan menyediakan senario pembelajaran yang inovatif dan berpusatkan teknologi.

Walaupun pelbagai strategi telah dicadangkan di peringkat makro untuk mengarahkan transformasi TVET, terdapat percanggahan ketara di peringkat pelaksanaan praktikal. Sektor TVET pada masa ini berhadapan dengan beberapa kekurangan, termasuk tadbir urus digital, peningkatan kapasiti digital pendidik, pembangunan infrastruktur digital, transformasi kurikulum dan program untuk menangani keperluan digitalisasi industri, serta ketangkasan dalam berkolaborasi dengan industri untuk memenuhi permintaan kemahiran digital. Kekurangan-kekurangan ini menunjukkan bahawa TVET perlu meninggalkan pendekatan tradisional yang sudah lapuk. Terus bergantung pada metodologi yang ketinggalan zaman bukan sahaja tidak berkesan, malah akan memperlebar jurang kemahiran yang sedia ada, menyebabkan pelajar tidak bersedia untuk menghadapi pasaran kerja moden yang semakin digital.

Oleh itu, TVET harus secara proaktif menerima inovasi dan meneruskan pembaharuan, dengan fokus utama ialah penggunaan transformasi digital yang menyeluruh. Transformasi ini tidak hanya berkisar pada integrasi teknologi semata-mata, tetapi melibatkan pemikiran semula secara mendalam tentang bagaimana pendidikan disampaikan. TVET perlu memberi tumpuan kepada membekalkan pelajar dengan kemahiran digital yang kritikal dan relevan. Pada masa yang sama, perkembangan teori pendidikan, seperti connectivism, telah mencetuskan era baharu dalam pendekatan pembelajaran. Paradigma ini menekankan kepentingan TVET untuk bukan sahaja menyampaikan pengetahuan tetapi juga membina rangkaian pembelajaran digital yang lebih luas dengan menggunakan teknologi pendidikan yang canggih. Pendekatan ini bertujuan memperkasakan pelajar dengan keupayaan untuk melibatkan diri dalam pembelajaran yang berkesan, terarah sendiri, dan fleksibel, menjadikan mereka profesional yang mampu menyesuaikan diri serta pelajar sepanjang hayat dalam dunia yang kian digital.

Secara keseluruhan, faedah yang diperoleh daripada menangani kekurangan ini melalui transformasi digital bertindak sebagai pemacu dalaman untuk menggerakkan perubahan lebih mendalam dalam TVET. Suatu perubahan yang tidak dapat dielakkan dan penting untuk kelangsungan relevansi sektor ini. Walau bagaimanapun, kekaburan masih wujud dalam ekosistem TVET berkenaan dengan intipati transformasi digital, objektifnya, dan kaedah pelaksanaannya. Kekurangan penyelesaian yang jelas di peringkat praktikal menunjukkan keperluan mendesak untuk menggambarkan secara konkrit 'bagaimana' dan 'apa' yang diperlukan dalam proses transformasi digital TVET. Ini menuntut penerokaan yang lebih mendalam serta penjelasan tuntas tentang amalan terbaik dan hala tuju yang jelas dalam usaha menjadikan TVET sebagai sektor yang diperkasakan oleh teknologi digital untuk masa depan yang lebih inklusif dan berdaya saing.

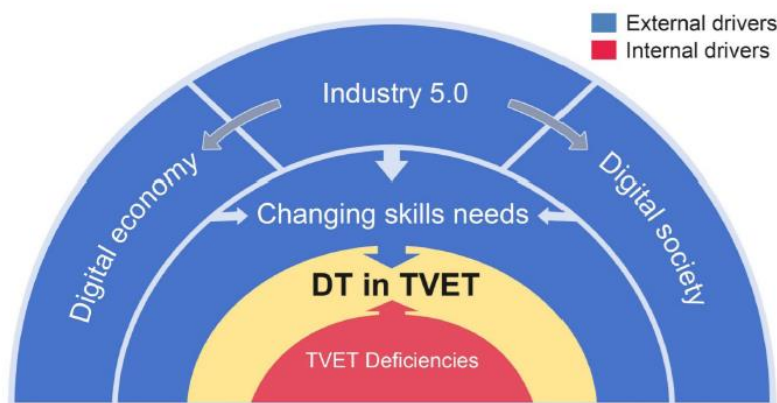
6. Perbincangan dan Kesimpulan

Transformasi digital dalam TVET merupakan satu keperluan mendesak dalam menghadapi era digital yang semakin berkembang. Peningkatan teknologi seperti automasi, kecerdasan buatan (AI), dan Internet Pelbagai Benda (IoT) bukan sahaja mengubah cara industri berfungsi tetapi juga membawa perubahan besar kepada permintaan kemahiran dalam pasaran kerja. Dalam usaha untuk menyesuaikan diri dengan perubahan ini, institusi TVET di seluruh dunia perlu mengambil langkah proaktif dalam melaksanakan transformasi digital.

Perbincangan dalam kajian ini telah menekankan bahawa TVET tidak lagi boleh bergantung kepada pendekatan tradisional yang bersifat manual dan berasaskan kemahiran praktikal semata-mata. Sebaliknya, ia harus menekankan pengintegrasian teknologi digital dalam kurikulum dan proses pembelajaran, di mana pelajar dilengkapi dengan kemahiran digital yang relevan seperti analitik data, pengaturcaraan, dan penggunaan aplikasi digital dalam bidang kejuruteraan, perkhidmatan, dan industri lain. Ini selaras dengan permintaan pasaran kerja yang semakin kompleks, yang memerlukan tenaga kerja yang mahir dalam mengendalikan teknologi canggih.

Namun, pelaksanaan transformasi digital dalam TVET masih berdepan pelbagai cabaran. Antaranya ialah ketidaksepadanan antara kurikulum TVET dengan keperluan industri, infrastruktur digital yang belum cukup mantap, dan kekurangan tadbir urus digital yang berkesan. Selain itu, peningkatan kapasiti digital dalam kalangan pendidik juga merupakan satu aspek kritikal yang memerlukan perhatian segera. Pendidik perlu dilengkapi dengan kompetensi digital yang tinggi agar mereka mampu membimbing pelajar dalam ekosistem pendidikan yang semakin didigitalkan.

Pemacu luaran yang mendorong transformasi digital TVET merangkumi peralihan teknologi, sosial dan ekonomi. Pemacu ini memerlukan pemeriksaan kritikal terhadap jurang semasa dalam tadbir urus, program, kurikulum dan pedagogi TVET sebagai tindak balas kepada pendigitalan industri dan perindustrian digital, serta kekurangan dalam kerjasama tangkas yang responsif pasaran. Kelemahan ini bukan sahaja menekankan keperluan mendesak untuk transformasi digital tetapi juga bertindak sebagai pemacu dalaman, mendorong inovasi sendiri dan penyesuaian TVET kepada perubahan masa depan. Rajah 2 menggambarkan hubungan antara faktor luaran dan dalaman yang mendorong transformasi digital dalam TVET



Rajah 2 Pemacu luaran dan dalaman transformasi digital TVET

Sifat dinamik kemahiran masa depan dalam pasaran kerja adalah pertimbangan yang mendesak, menekankan kepentingan kritikal kecekapan digital. Akibatnya, kemahiran, peningkatan kemahiran dan kemahiran semula menjadi komponen penting dalam TVET, memastikan tenaga kerja kekal mahir dan responsif kepada anjakan teknologi. Menyedari keperluan untuk pendekatan strategik, rangka kerja antarabangsa memperkukuh dorongan ke arah pendigitalan dalam TVET untuk mendapatkan pertumbuhan ekonomi yang mampan.

Kesimpulannya, transformasi digital TVET bukan sekadar soal penyepaduan teknologi, tetapi juga melibatkan perubahan menyeluruh dalam pendekatan pendidikan, pembangunan kapasitas tenaga pengajar, serta kerjasama yang lebih erat antara kerajaan, institusi pendidikan, dan industri. Dengan mengatasi cabaran-cabaran yang ada, transformasi ini dapat memastikan TVET terus relevan dan mampu menghasilkan tenaga kerja yang berdaya saing dalam menghadapi perubahan masa hadapan. Masa depan TVET adalah digital, dan usaha berterusan untuk mengukuhkan asas-asas ini akan menentukan kejayaannya dalam membina generasi tenaga kerja yang inovatif dan adaptif dalam ekonomi global yang semakin berasaskan teknologi

Penghargaan

Penulis ingin merakamkan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Jabatan Teknologi Maklumat, Pusat Pengajian Diploma dan Pusat Inovasi Digital UTHM-LABTECH (DICE), Fakulti Pendidikan Teknikal dan Vokasional atas sokongan yang diberikan.

Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas kerja seperti berikut: **pengenalan dan metodologi kajian:** Mohd Hatta Md Hani, Affero Ismail; **konvergensi teknologi, ekonomi dan masyarakat dalam transformasi digital:** Mohd Hatta Md Hani, Affero Ismail, Noorazman Abdul Samad; **evolusi kemahiran dan strategi global dalam TVET:** Mohd Hatta Md Hani, Mohd Hilmi Mohd Tahrir; **status TVET semasa:** Mohd Hatta Md Hani, Zawawi Mohamad; **perbincangan dan kesimpulan:** Mohd Hatta Md Hani, Zawawi Mohamed **penyediaan draf manuskrip:** Mohd Hatta Md Hani, Syarizul Amri Mohd Dzulkifli, Anwar Hafidzi. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi akhir manuskrip.

Rujukan

- [1] A. Nešić Tomašević, "Reshaping The Future of Work: Navigating The Impacts Of Lifelong Learning And Digital Competences In The Era of 5.0 Industry," *Social Informatics Journal*, 2023.
- [2] B. Trenerry, S. Chng, Y. Wang, Z. Suhaila, S. Lim, H. Lu, and P. Oh, "Preparing Workplaces for Digital Transformation: An Integrative Review and Framework of Multi-Level Factors," *Frontiers in Psychology*, vol. 12, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.620766>.
- [3] A. Vodă, C. Căuțișanu, C. Grădinaru, C. Tanasescu, and G. Moraes, "Exploring Digital Literacy Skills in Economics and Social Sciences and Humanities Students," *Sustainability*, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/su14052483>.
- [4] K. Schwab and S. Zahidi, *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum, 2020. [Online]. Available: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf.
- [5] UNESCO, *Transforming Technical and Vocational Education and Training for Successful and Just Transitions: UNESCO Strategy 2022–2029*. Paris: UNESCO, 2022. [Online]. Available: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383360?posInSet=4&queryId=9846b3fc-14a1-44d2-a1a3-8dfcb3f252b3>.
- [6] International Labour Organization, *The ILO Strategy on Skills and Lifelong Learning 2030*. Geneva: ILO, 2023. [Online]. Available: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/—ed_emp/—ifp_skills/documents/publication/wcms_886554.pdf.
- [7] J. W. Creswell and J. D. Creswell, *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Method Approaches*, 6th ed., California: SAGE Publications, 2023.
- [8] N. K. Denzin and Y. S. Lincoln, Eds., *The SAGE Handbook of Qualitative Research*, 5th ed., SAGE Publications, 2018.
- [9] B. B. Kawulich, "Collecting Data Through Observation," in C. Wagner, B. Kawulich, and M. Garner, Eds., *Doing Social Research: A Global Context*, McGraw-Hill Education, 2012, pp. 150-160.
- [10] H. Morgan, "Conducting a Qualitative Document Analysis," *The Qualitative Report*, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2022.5044>.
- [11] T. Azungah, "Qualitative Research: Deductive and Inductive Approaches to Data Analysis," *Qualitative Research Journal*, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1108/QRJ-D-18-00035>.
- [12] C. Lochmiller, "Conducting Thematic Analysis with Qualitative Data," *The Qualitative Report*, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2021.5008>.
- [13] M. Q. Patton, *Qualitative Research & Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice*, 4th ed., SAGE Publications, 2015.

- [14] T. Hardwicke, J. Wallach, M. Kidwell, T. Bendixen, S. Crüwell, and J. Ioannidis, "An Empirical Assessment of Transparency and Reproducibility-Related Research Practices in the Social Sciences (2014–2017)," *Royal Society Open Science*, vol. 7, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1098/rsos.190806>.
- [15] K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*, Cologne: World Economic Forum, 2016. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/978-981-16-1614-3>.
- [16] Y. Shen, AIGC Development Research Report 1.0. 2023. [Online]. Available: <https://www.icspec.com/news/article-details/2185889>.
- [17] A. Colombo, S. Karnouskos, X. Yu, O. Kaynak, R. Luo, Y. Shi, P. Leitão, L. Ribeiro, and J. Haase, "A 70-Year Industrial Electronics Society Evolution Through Industrial Revolutions: The Rise and Flourishing of Information and Communication Technologies," *IEEE Industrial Electronics Magazine*, vol. 15, pp. 115–126, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/MIE.2020.3028058>.
- [18] K. Y. Whang et al., "A Bird's Eye View of the 4th Industrial Revolution Technologies," *IEEE Data Engineering Bulletin*, vol. 45, no. 3, pp. 4–16, 2022.
- [19] J. Avis, "Post-Work, Post-Capitalism and the Fourth Industrial Revolution," in *Vocational Education in the Fourth Industrial Revolution*, Cham: Palgrave Pivot, 2020, pp. 73–102. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/978-3-030-52032-8_4.
- [20] P. Gluckman, "The Digital Economy and Society: A Preliminary Commentary," *Policy Quarterly*, vol. 14, no. 1, pp. 3–9, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.26686/pq.v14i1.4763>.
- [21] J. White and J. Scott, *How the Old World Ended: The Anglo-Dutch-American Revolution 1500–1800*, *The American Historical Review*, vol. 127, no. 2, pp. 1051–1052, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1093/ahr/rhab642>.
- [22] China Academy of Information and Communications Technology, *China Digital Economy Development White Paper, 2020*. [Online]. Available: <http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202007/P020200703318256637020.pdf>.
- [23] Cabinet Office, Government of Japan, "Society 5.0," [Online]. Available: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html.
- [24] EDUCAUSE, *2023 Horizon Report | Teaching and Learning Edition, 2023*. [Online]. Available: <https://library.educause.edu/-/media/files/library/2023/4/2023hrteachinglearning.pdf>.
- [25] R. Dobbs, J. Manyika, and J. Woetzel, *The Four Global Forces Breaking All the Trends*. New York: PublicAffairs, 2016.
- [26] L. Li, "Reskilling and Upskilling the Future-Ready Workforce for Industry 4.0 and Beyond," *Information Systems Frontiers*, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10308-y>.
- [27] E. Ernst, R. Merola, and D. Samaan, *The Economics of Artificial Intelligence: Implications for the Future of Work*. International Labour Organization, 2018. [Online]. Available: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/—dgreports/—cabinet/documents/publication/wcms_647306.pdf.
- [28] United Nations, "Sustainable Development Goals Communication Materials," [Online]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/news/communications-material/>.
- [29] World Bank, *Building Better Formal TVET Systems: Principles and Practice in Low and Middle-Income Countries, 2023*. [Online]. Available: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099071123130516870/pdf/P175566037a5e20650a657068b5152205bf.pdf>.
- [30] BRILL, *International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies*, Geneva, 2015. [Online]. Available: https://doi.org/10.1163/2210-7975_HRD-9813-2015012.