

Potensi Model dan Algoritma Kecerdasan Buatan dalam Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET)

Azwani Awang

Pusat Latihan Pengajar dan Kemahiran Lanjutan (CIASTR)
40300 Shah Alam, Selangor, MALAYSIA

Email: azwani@ciastr.gov.my

Received Oktober 2023;
Accepted November 2023;
Available online December
2023

Abstrak: Kajian ini bertujuan untuk mengkaji potensi model dan algoritma teknologi Kecerdasan Buatan (AI) khususnya dalam Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET). Penggunaan aplikasi berteraskan teknologi AI terutamanya analisis data, pemrosesan imej dan robotik adalah sangat meluas dan berupaya mengubah landskap TVET sedia ada. Peningkatan penggunaan AI dalam TVET mampu meningkatkan kualiti pengajaran, kecekapan dalam penguasaan kemahiran, dan mengurangkan jurang antara keperluan industri dengan kemahiran graduan TVET. Oleh yang demikian, kajian ini meneroka kemajuan aplikasi yang berteraskan model dan algoritma AI yang digunakan dalam bidang pendidikan TVET (bagi pengajaran dan pembelajaran, peningkatan daya saing, dan penghasilan graduan berkemahiran yang dapat memenuhi tuntutan industri). Turut dibincangkan adalah cabaran dan batasan yang berkaitan dengan pelaksanaan teknologi AI khususnya dalam pendidikan TVET.

Kata Kunci: Kecerdasan Buatan, Pembelajaran Mesin, Pembelajaran Mendalam, Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional.

Abstract: This study aims to examine the potential of Artificial Intelligence (AI) models and algorithms, particularly in the context of Technical and Vocational Education and Training (TVET). The utilization of AI-based applications, especially in data analysis, image processing, and robotics, is widespread and has the capability to reshape the existing landscape of TVET. The increased adoption of AI in TVET holds the promise of enhancing the quality of teaching, proficiency in skill acquisition, and bridging the gap between industry requirements and the skills possessed by TVET graduates. Therefore, this research explores the advancements in AI-based model and algorithm applications in the field of education (for teaching and learning, enhancing competitiveness, and producing skilled graduates capable of meeting industry demands). Additionally, the limitations and challenges associated with the implementation of AI technology, particularly in TVET, are discussed.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, Technical and Vocational Education and Training.

1. Pengenalan

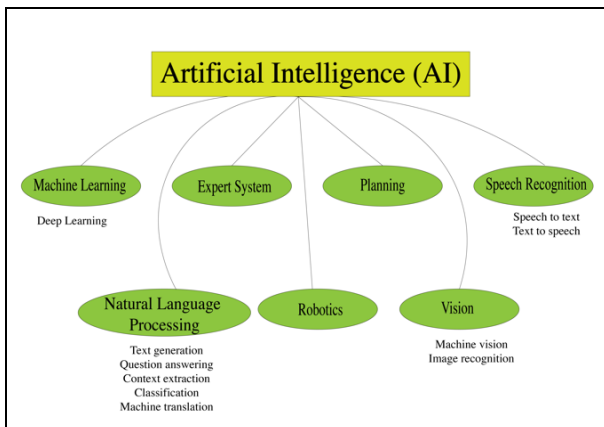
Kecerdasan buatan (AI) merupakan teknologi sistem komputer atau mesin berasaskan algoritma yang dapat meniru kecerdasan manusia. Antara kelebihan AI adalah ianya dapat mengumpul dan menganalisis data kompleks, pemrosesan bahasa semula jadi, pengenalan suara dan membuat ramalan (Wang, 2019). Menurut kajian terdahulu (Campesato, 2020; Shan et al., 2020), teknologi AI sering dikaitkan dengan pembelajaran mesin (ML) dan pembelajaran mendalam (DL). Namun begitu, AI, ML dan DL mempunyai konsep yang berbeza. ML adalah sebahagian daripada AI yang membolehkan sistem mengenali corak,

belajar secara sendiri, dan membuat keputusan berasaskan data manakala DL pula adalah salah satu bidang khusus dalam ML. Ini bermaksud semua ML dan DL adalah sebahagian daripada AI, tetapi tidak semua AI adalah ML dan DL (Zuckerman, 2022). Menurut Bashir (2022), AI mempunyai pelbagai komponen, teknik, dan sub-bidang yang saling bekerjasama bagi membolehkan mesin mensimulasikan kecerdasan manusia seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Berikut adalah beberapa cabang utama yang terdapat dalam AI:

- a) Pembelajaran Mesin (*Machine Learning*): melatih algoritma untuk mempelajari corak dari data dan

membuat ramalan atau keputusan. Ini termasuk *supervised learning*, *unsupervised learning*, dan *reinforcement learning*.

- b) Pengaturcaraan Bahasa Semulajadi (*Natural Language Processing*): membolehkan mesin memahami, menginterpretasi, dan menghasilkan bahasa manusia. Ia digunakan dalam aplikasi seperti *chatbot*, terjemahan bahasa, analisis sentimen, dan banyak lagi.
- c) Sistem Pakar (*Expert Systems*): sistem AI yang meniru kemampuan manusia untuk membuat keputusan dalam sesuatu perkara. Ia menggunakan aturan, pengetahuan domain, dan pemrosesan data bagi memberikan penyelesaian atau cadangan seperti yang dilakukan oleh manusia.
- d) Robotik (*Robotics*): membolehkan mesin berinteraksi dan memberikan maklumbalas. Ini termasuk tugas seperti navigasi, manipulasi, pengenalan objek dan lain-lain.
- e) Perancangan (*Planning*): menghasilkan urutan tindakan bagi mencapai tujuan tertentu. Ia sering digunakan dalam robotik, permainan digital, dan logistik.
- f) Visi (*Vision*): kebolehan mesin menterjemahkan dan memahami maklumat visual dari dunia realiti. Ia digunakan dalam tugas seperti pengenalan imej, pengesanan objek, dan pengenalan wajah.
- g) Kenalpasti Percakapan (*Speech Recognition*): teknologi AI yang membolehkan komputer atau mesin memahami dan mentafsirkan bahasa lisan. Ia melibatkan penukaran perkataan yang diucapkan kepada teks, membolehkan komputer memproses dan menganalisis pertuturan manusia.



Rajah 1: Cabang Bidang dalam AI (Bashir, 2022)

1.1 Pengenalan AI dalam TVET

Perkembangan pesat dalam sains dan teknologi komputer telah membawa kepada evolusi yang pantas dalam teknologi AI. Pembangunan aplikasi AI dalam pendidikan, terutamanya dalam TVET semakin meningkat. Projek "PLATO" (*Programmed Logic for Automated Teaching Operations*), adalah aplikasi pertama AI yang dicipta dalam sejarah pendidikan pada awal tahun 1960-an. PLATO adalah sistem komputer interaktif yang digunakan dalam pelbagai kursus pendidikan. PLATO dikenali sebagai salah satu contoh awal penggunaan teknologi komputer dan elemen AI dalam pendidikan pada ketika itu (Papangelis et al., 2020). Pada tahun 1970-an dan 1980-an, terdapat peningkatan dalam perkembangan perisian pendidikan berkomputer yang menggunakan teknik-teknik AI seperti sistem pakar untuk memberikan bimbingan dan nasihat kepada pelajar.

Contohnya, peningkatan sistem berdasarkan teori pembelajaran dan pengajaran seperti model tutor dan sistem pembelajaran berdasarkan komputer. Sejak itu, penggunaan AI dalam pendidikan terus berkembang dengan pengenalan teknologi seperti pembelajaran berdasarkan data (*data-driven learning*), pembelajaran adaptif yang disesuaikan dengan keperluan pelajar, pengenalan suara untuk pengajaran bahasa, dan lain-lain. Sejarah AI dan TVET adalah dua bidang yang berkembang secara berasingan tetapi saling berkaitan dalam skop perkembangan teknologi dan pendidikan. Pengenalan AI telah membuka peluang baru kepada bentuk pembelajaran yang adaptif, pembentukan kurikulum yang sesuai dengan industri, nasihat kerjaya yang efektif, dan pengembangan sumber pembelajaran yang berkesan dalam TVET.

1.2 Pengenalan kepada TVET

TVET merupakan singkatan kepada Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional. Ia merupakan satu sistem pendidikan yang memberi tumpuan kepada pembangunan kemahiran praktikal dan profesional, yang terdiri daripada latihan dan pendidikan bagi mempersiapkan individu untuk memasuki pasaran pekerjaan dengan kemahiran yang relevan kepada keperluan industri (Tripney & Hombrados, 2013). Sejarah TVET bermula dengan permulaan bidang perindustrian dan keperluan untuk menghasilkan tenaga kerja yang terlatih untuk menyokong revolusi industri. Pada abad ke-18 dan ke-19, Revolusi Industri di Eropah memerlukan pekerja dengan kemahiran teknikal yang khusus untuk memenuhi permintaan sektor industri yang semakin berkembang. Oleh itu, sekolah-sekolah teknikal dan pusat-pusat latihan profesional mula berkembang untuk memberikan pendidikan khusus dalam bidang teknikal dan vokasional. Pada pertengahan abad ke-20, TVET membina pendekatan melalui integrasi aspek pendidikan dan latihan iaitu gabungan teori dan praktikal.

Pendekatan ini memastikan pelatih memahami konsep asas dan kemahiran praktikal yang diperlukan dalam dunia pekerjaan seperti sektor perindustrian, perdagangan dan lain-lain. Kini, TVET terus berkembang dengan mengambil kira revolusi digital dan teknologi maklumat. Teknologi AI, *Internet of Things* (IoT), dan automasi mempengaruhi bidang-bidang seperti pembuatan, pemesinan, automotif, senibina, teknologi maklumat, dan banyak lagi. TVET menyediakan pengetahuan dan kemahiran kepada pelatih bagi menghasilkan graduan yang relevan dengan pasaran pekerjaan semasa. Oleh yang demikian, kajian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang mendalam mengenai potensi, kelebihan, batasan dan permasalahan yang berkaitan dengan penggunaan teknologi AI dalam TVET. Kajian ini dijalankan berdasarkan persoalan kajian seperti berikut:

- a) Adakah teknologi AI sesuai dilaksanakan dalam landskap TVET?
- b) Apakah potensi penggunaan model dan algoritma AI kepada pendidikan TVET?
- c) Apakah cabaran, batasan dan permasalahan penggunaan teknologi AI dalam TVET? (contohnya dari aspek teknikal, pengajaran dan pembelajaran, isu-isu mengenai etika serta privasi dan lain-lain).

Kertas kajian ini terdiri daripada beberapa bahagian. Bahagian 1 menyediakan gambaran keseluruhan latar belakang, persoalan kajian, dan tujuan kajian ini dilakukan. Bahagian 2 membentangkan kajian-kajian terdahulu

berkaitan perkembangan penyelidikan AI dalam pendidikan khususnya TVET. Bahagian 3 menghuraikan cabaran dan batasan yang pelaksanaan teknologi AI dalam skop pendidikan TVET. Bahagian 4 yang terakhir adalah pembentangan ringkasan keseluruhan dan rumusan akhir terhadap kajian yang dijalankan.

2. Penggunaan Model dan Algoritma AI dalam TVET

Penyelidikan teknologi AI berkaitan TVET telah banyak dilakukan sejak beberapa tahun yang lepas. Penggunaan teknologi AI telah diterapkan dalam TVET bagi meningkatkan pengajaran, pembelajaran, penilaian, penyelidikan, dan lain-lain lagi mengikut kesesuaian dan keperluan. Antara contoh model AI yang telah dibangunkan dan digunakan dalam skop bidang pendidikan ialah Pembelajaran Adaptif, Sistem Penilaian Projek, Aplikasi *Chatbot* dalam Pembelajaran, Sistem Pemantauan Kemajuan Pelajar, Sistem Pengurusan Pelajar Berasaskan AI, Sistem Penilaian Kemahiran Automatik, Sistem Pengenalan Peralatan dan Alat, Simulasi berasaskan AI, dan Model Ramalan Industri. Bahagian ini menerangkan penggunaan model dan algoritma AI yang telah digunakan bagi mengatasi beberapa isu yang telah wujud dalam institusi TVET. Berdasarkan kajian Chinyere Shirley et al. (2015) isu utama yang mempengaruhi kualiti TVET adalah dari segi kaedah pengajaran dan pembelajaran, penilaian, peluang kerjaya, kemudahan peralatan dan tempat (seperti makmal, bengkel), dan bidang penyelidikan keperluan pasaran (*industrial linkage*) (Bano et al., 2022).

2.1 Manfaat AI kepada Kaedah Pengajaran dan Pembelajaran

Dalam era revolusi digital dan transformasi teknologi, salah satu cabaran kepada TVET adalah perubahan kaedah penyampaian dan pembelajaran. Kajian Welamo et al. (2023) menunjukkan penyesuaian pengajaran dengan keperluan dan kemampuan pelatih terhadap bidang kemahiran adalah sukar disebabkan beberapa faktor seperti perbezaan latar belakang, pengalaman, dan tahap kemampuan setiap individu. Selain itu, jumlah data pelatih yang besar, sistem dan alat pemantauan yang kurang canggi menyebabkan kemajuan setiap pelatih juga sukar dipantau. Kelemahan dalam pemantauan kemajuan pelatih turut mewujudkan jurang perbezaan antara kurikulum yang diajar dengan tuntutan pasaran kerja semasa (Kholis et al., 2020). Seterusnya menghasilkan graduan yang tidak memiliki kemahiran yang relevan kepada keperluan industri.

Di China, pengenalan platform dan sistem pembelajaran adaptif seperti *Yixue Squirrel AI* (platform AI alternatif bagi matapelajaran Matematik) dan *BOXFiSH* (platform AI alternatif bagi matapelajaran Bahasa Inggeris) telah membantu meningkatkan prestasi pelajar dengan lebih baik berbanding pengajaran di dalam bilik darjah secara konvensional (Cui et al., 2019). Sistem pembelajaran e-Adaptif ini membolehkan pelajar membuat penilaian diri sendiri dan melaporkan keperluan pembelajaran mereka dengan sewajarnya (Gama et al., 2014; Rodriguez-Ascaso et al., 2017). Sistem tersebut berfungsi dengan cara mengumpul data mengenai prestasi, kebolehan, dan gaya pembelajaran setiap pelajar. Data diperolehi dari hasil ujian, aktiviti dalam modul pembelajaran, dan maklumbalas dari pengajar. Berdasarkan data tersebut, algoritma ML akan menganalisis corak pembelajaran dan keperluan setiap pelajar. Seterusnya, sistem mengadaptasi kandungan dan cara penyampaian pembelajaran untuk setiap pelajar. Salah satu contoh algoritma AI yang sering digunakan dalam pembelajaran

adaptif adalah algoritma Pohon Keputusan (*Decision Trees/DT*). Algoritma DT membantu sistem mengambil keputusan berdasarkan analisis data. Tahap pengetahuan pelajar diukur dan seterusnya mengesyorkan bahan pembelajaran yang bersesuaian (AI-Chalabi et al., 2021). Selain dari sistem pembelajaran adaptif, terdapat juga sistem pembelajaran lain yang menggunakan teknologi AI iaitu sistem pembelajaran autentik. Sistem ini bertujuan untuk membantu pelajar meningkatkan pengetahuan dan kemahiran perbendaharaan kata dan tatabahasa bagi bahasa kedua dalam persekitaran pembelajaran mudah alih. Fungsi AI dalam sistem ini digunakan untuk membuat penilaian penulisan automatik, sistem tutor pintar (membaca dan menulis), pengesanan dan penilaian kesilapan automatik, dan bantuan penulisan (Jia et al., 2022).

Selain itu, Kelas Pintar atau *Smart Classroom* adalah salah satu aplikasi AI yang dibangunkan untuk memantau tingkah laku dan karakter pelajar (Mirzajani et al., 2016). Aplikasi AI ini berupaya memantau kemajuan, prestasi pelajar secara dua hala iaitu maklum balas dan laporan perkembangan setiap individu dengan lebih cepat berbanding cara konvensional (Romero & Ventura, 2010; vanLehn, 2011). Algoritma analisis data digunakan untuk mengenal pasti pola kemajuan pelajar dalam setiap subjek atau kemahiran. Secara tidak langsung, kaedah ini memberikan motivasi kepada pelajar untuk meningkatkan prestasi mereka (Hew & Cheung, 2014).

Beberapa contoh algoritma yang digunakan dalam aplikasi ini adalah (i) Algoritma Klasifikasi: DT, Hutan Rawak (*Random Forest/RF*), atau *Naive Bayes* (NB), (ii) Algoritma Pengelompokan: *K-Means* atau *Hierarchical Clustering*, (iii) Algoritma Ramalan Siri Masa (*Time Series Forecasting*): ARIMA atau *Exponential Smoothing*, (iv) Analisis Sentimen: NLP, (v) Algoritma Rekomendasi: *Collaborative Filtering* atau *Content-Based Filtering* (Othman & Aydin, 2019). Walaubagaimanapun, pemilihan algoritma AI adalah bergantung kepada jenis data, jenis analisis yang diperlukan, dan hasil yang diinginkan oleh aplikasi pemantauan kemajuan pelatih.

2.2 Manfaat AI kepada Kaedah Penilaian

Penilaian adalah salah satu elemen penting dalam proses pembelajaran untuk membantu pelatih meningkatkan pengetahuan, kemahiran, kecekapan, dan memberikan maklum balas yang cepat. Kajian lepas mendapati terdapat beberapa isu dalam penilaian pelatih seperti keputusan yang tidak tepat, penilaian yang tidak adil, kepatuhan etika dalam penilaian (plagiat, penipuan), keseimbangan antara penilaian teori-amali dan lain-lain (M. Yusop et al., 2023; Pirzada et al., 2022). Kesannya, institusi TVET akan berhadapan dengan beberapa implikasi seperti aspek reputasi, daya tarikan pelatih, kualiti pendidikan, dan sebagainya. Dengan penerapan teknologi AI dalam penilaian akan meningkatkan kecekapan serta kualiti dan integriti proses penilaian seperti berikut:

a. Penilaian objektif

Salah satu contoh penilaian berasaskan AI adalah penggunaan sistem penilaian automatik untuk penilaian objektif, seperti soalan pilihan atau soalan jawapan pendek. Sistem penilaian ini menggunakan algoritma ML untuk menganalisis jawapan dan memberikan maklum balas pemarkahan. Di samping penjimatan masa, ia juga membolehkan pelajar menerima maklum balas dengan cepat serta membuat penyesuaian yang diperlukan dalam strategi pembelajaran mereka (Luckin, 2017).

b. Penilaian projek

Sistem penilaian projek yang menggunakan teknologi AI untuk mengesan kekurangan atau kesalahan dalam hasil kerja serta memantau integriti ujian dalam talian bagi mengelakkan penipuan. Sistem ini turut menggunakan fungsi kamera web dan perisian pengesanan penipuan (Tweissi et al., 2022).

Projek-projek pelatih akan dinilai dengan lebih objektif, cekap, dan konsisten. Sistem ini berfungsi melalui pengumpulan data latihan: iaitu data projek-projek terdahulu yang telah dinilai oleh manusia sebagai data latihan. Pengumpulan Data Projek: Pelatih menghantar projek mereka dalam bentuk digital kepada sistem, seperti dokumen, gambar, video, atau komponen lain yang relevan. Ekstraksi Ciri: Sistem menggunakan algoritma pengenalan imej atau pengenalan teks untuk mengekstrak ciri-ciri penting dari setiap projek. Contohnya, untuk projek reka bentuk, ciri-ciri seperti kesepaduan warna dan keseimbangan akan diekstrak. Pembangunan Model AI: Model AI, menggunakan algoritma ML, dibina dengan menggunakan data latihan untuk menghubungkan ciri-ciri projek dengan penilaian manusia sebelumnya. Penilaian Projek: Projek pelatih dihantar melalui sistem dan dinilai oleh model AI. Model ini memberikan skor atau penilaian berdasarkan ciri-ciri projek yang dianalisis. Perbandingan dan Penilaian Manusia: Skor dari model AI dibandingkan dengan penilaian manusia terdahulu. Ini membantu untuk memahami sejauh mana model AI konsisten dengan penilaian manusia. Penyesuaian dan Peningkatan: Berdasarkan perbandingan tersebut, model AI dikemas kini dan diperbaiki untuk menghasilkan penilaian yang lebih tepat. Salah satu contoh algoritma yang digunakan dalam Sistem Penilaian berasaskan AI adalah algoritma RF, iaitu algoritma ML yang menggabungkan beberapa algoritma DT untuk membuat keputusan yang lebih tepat dan konsisten (Kumar Ghosh & Janan, 2021). Apabila data dimasukkan, setiap DT membuat pengelasan dan ramalan akhir bergantung pada mod pengelasan. Prestasi dan ketepatan model kemudiannya dinilai menggunakan dataset ujian yang berasingan. Algoritma ini berguna untuk mengendalikan dataset yang besar dan dapat membantu mencegah *overfitting* dengan memperkenalkan unsur rawak.

Dengan menggunakan sistem penilaian yang berasaskan AI, TVET dapat memberikan penilaian yang lebih adil dan objektif kepada pelatih dalam bidang yang luas seperti seni reka bentuk, kejuruteraan, dan banyak lagi.

2.3 Manfaat AI kepada Peluang Kerjaya

Kelemahan dalam berkomunikasi adalah masalah umum yang sering dihadapi oleh pelatih TVET. Menurut kajian (Luo et al., 2022) pelatih sering menghadapi kesukaran dalam mengekspresikan idea secara bertulis, berkomunikasi di khalayak umum, sukar berbahasa asing, dan berkomunikasi secara *non-verbal* (bahasa tubuh dan ekspresi wajah). Isu seperti ini memberikan kesan yang serius kepada peluang kerjaya graduan TVET di masa depan. Dengan kewujudan teknologi AI, kelemahan berkomunikasi dalam kalangan pelatih dapat diatasi.

Menurut kajian Park (2020) sistem semakan tatabahasa automatik AI dapat memberikan maklum balas yang konsisten dan membantu pelajar dalam penulisan. Kajian oleh Stachowicz-Stanusch & Amann (2018) melaporkan penggunaan teknologi AI dalam latihan berkomunikasi dapat meningkatkan kepercayaan diri dan keterampilan komunikasi pelajar universiti. Teknologi AI dapat membantu pelatih

dalam memahami bahasa asing dengan lebih baik. Sistem pemahaman bahasa alami (NLP) AI digunakan untuk menyediakan pendidikan yang disesuaikan dengan tahap kefahaman individu. Teknologi AI (NLP) juga dapat meningkatkan pemahaman bahasa dan kemampuan berkomunikasi (Devlin et al., 2019).

Penggunaan avatar AI yang boleh berinteraksi dengan pelatih dan memberikan maklumbalas tentang ekspresi dan bahasa tubuh dapat membantu meningkatkan keterampilan komunikasi *non-verbal* (Haginoya et al., 2023). Malah, salah satu aplikasi AI yang semakin popular dan digunakan ramai adalah *Chatbot* AI. Aplikasi ini telah muncul sebagai penyelesaian inovatif bagi membantu mengatasi kelemahan dalam berkomunikasi. Melalui platform interaktif, pelatih dapat berlatih berkomunikasi dengan chatbot tanpa tekanan sosial.

Aplikasi *chatbot* ini menggunakan pemrosesan bahasa semula jadi untuk memberikan maklum balas dan bantuan kepada pelatih agar lebih yakin dalam berkomunikasi. Kajian oleh Hussain et al. (2023) menunjukkan bahawa latihan berkomunikasi dengan *chatbot* AI membantu pelajar meningkatkan keyakinan diri di khalayak umum. *Chatbot* AI dapat memberikan jawapan dan panduan pembelajaran tambahan kepada pelajar di peringkat pengajian tinggi (Sjöström et al., 2018). Berikut adalah beberapa contoh jenis algoritma yang digunakan dalam pembangunan aplikasi *chatbot* pembelajaran seperti berikut:

a. Algoritma Berasaskan Peraturan (*Rule-Based Algorithm*)

Chatbot dibangunkan dengan menggunakan aturan-aturan yang telah ditetapkan sebelumnya. Algoritma berasaskan peraturan ini boleh melakukan interaksi dengan menggunakan set peraturan yang telah ditetapkan sebelumnya untuk menghasilkan maklumbalas. Jika input pengguna sepadan dengan peraturan atau corak tertentu, *chatbot* akan memberi respons mengikut tindakan yang berkaitan dengan peraturan tersebut.

b. Algoritma ML

Chatbot menggunakan algoritma ML seperti algoritma NB atau algoritma *Support Vector Machines* (SVM) untuk memahami pola dalam teks dan memberikan jawapan yang sesuai berdasarkan sejarah pertanyaan-pertanyaan sebelumnya.

c. Algoritma Pemrosesan Bahasa Semula Jadi (*Natural Language Processing/ NLP Algorithm*)

Algoritma NLP digunakan untuk memahami dan menghasilkan teks secara semula jadi iaitu hal-hal yang bersifat empati, belas kasihan, dan perhatian terhadap keperluan, serta hak-hak individu.

d. Algoritma Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning Algorithm*)

Algoritma seperti *Recurrent Neural Networks* (RNN) atau *Transformer* digunakan dalam aplikasi chatbot yang lebih kompleks. Algoritma ini membolehkan chatbot memahami skop dan urutan pertanyaan dengan lebih baik.

e. Algoritma Pembangkitan (*Generative Algorithm*)

Untuk aplikasi chatbot yang lebih maju, algoritma pembangkitan teks seperti algoritma *Generative Pre-trained Transformer* (GPT) boleh digunakan untuk menghasilkan jawapan berdasarkan skop dan sejarah perbualan. Walaubagaimanapun pemilihan jenis algoritma yang digunakan adalah bergantung kepada keperluan aplikasi dan jenis interaksi yang dikehendaki.

Dalam kes aplikasi *chatbot* pembelajaran TVET, kombinasi antara algoritma *Rule-Based*, ML, dan NLP sering digunakan untuk memberikan pengalaman interaktif dan berfaedah kepada pelatih (Muhammad et al., 2020). Melalui pelbagai aplikasi seperti semakan tatabahasa automatik, latihan berkomunikasi, pengembangan pemahaman bahasa, dan latihan keterampilan komunikasi *non-verbal*, AI dapat memberikan penyelesaian yang tepat untuk membantu pelatih mengatasi halangan dalam komunikasi mereka. Oleh yang demikian, AI merupakan salah satu teknologi yang penting dalam menyediakan pelatih untuk bersaing dalam pasaran kerja semasa.

2.4 Manfaat AI kepada Kemudahan dan Peralatan

Institusi TVET, terutamanya di kawasan pendalaman atau negara membangun menghadapi kesukaran dalam menyediakan kemudahan dan peralatan yang terkini. Ini memberikan kesan negatif terhadap keupayaan pelatih untuk mengembangkan kemahiran praktikal yang relevan dengan dunia pekerjaan. Peralatan dan kemudahan yang sudah lama dan tidak diselenggara dengan betul menyebabkan peralatan tidak dapat digunakan seterusnya menghalang kemampuan pelatih untuk belajar dengan efektif dan menguasai pengalaman praktikal (Owais et al., 2020). Isu ini turut menjadi sebahagian faktor kepada kurangnya persediaan pelatih untuk melangkah ke dunia pekerjaan yang sebenar.

Pembelian peralatan baru dan canggih memerlukan kos yang tinggi. Akhirnya, pelatih akan menghadapi kesukaran dalam menyesuaikan diri dengan peralatan teknologi terkini kerana memiliki akses yang terhad kepada peralatan dan kemudahan moden (Peters, 2021). Faktor ini boleh menyebabkan kurangnya daya saing lulusan TVET di pasaran pekerjaan. Selain itu, peralatan dan kemudahan yang kurang berkualiti juga boleh menyebabkan perbezaan peluang pendidikan di kalangan pelatih. Kajian oleh Ismail & Zainal Abiddin (2014) dan Yeap et al. (2021) turut menekankan pentingnya untuk mengatasi perbezaan ini bagi memastikan bahawa semua pelatih dapat menggunakan kemudahan dan peralatan yang terkini dengan baik.

Pengembangan teknologi AI bersama teknologi *augmented reality* (AR) dan *virtual reality* (VR) memberi impak yang lebih baik. Contohnya dengan pergabungan teknologi AI, AR dan VR dapat melatih pelatih menggunakan peralatan atau mesin yang canggih, moden serta mahal secara *virtual*. Kebanyakan projek-projek *virtual* atau simulasi yang realistik dibangunkan melalui aplikasi AR dan VR contohnya untuk latihan praktikal.

Penggunaan simulasi AR-VR dalam latihan praktikal dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan pelatih di samping penjimatan kos, persekitaran yang selamat, dan kualiti latihan jarak jauh secara interaktif melalui video pembelajaran, dan kandungan digital (Cooper et al., 2021). Zhang et al. (2022) melaporkan bahawa latihan jarak jauh dengan teknologi AI ini memberi akses yang lebih meluas berbanding latihan secara konvensional. Gabungan projek simulasi AR-VR dengan algoritma ML dapat menghasilkan model perilaku berdasarkan data sebenar. Berikut adalah bagaimana proses simulasi AR-VR dan algoritma ML ini berfungsi:

- a. Pengumpulan Data: Data sebenar dikumpulkan dan direkod. Data ini digunakan untuk membina model yang realistik untuk simulasi.
- b. Pembangunan Model: Algoritma ML digunakan untuk membina model yang menggambarkan bagaimana sesuatu objek bergerak, bertindak atau melakukan

sesuatu tindakan dalam persekitaran tertentu. Model ini juga mengambil kira faktor-faktor luaran seperti halangan, ancaman dan sebarang kemungkinan yang wujud. Algoritma AI yang sering digunakan dalam simulasi AR-VR adalah seperti (i) Algoritma *Convolutional Neural Networks* (CNN): pengenalan gambar dan objek, (ii) Algoritma Animasi: pengendalian gerakan karakter AI atau objek secara *virtual*, (iii) Algoritma DT: membuat keputusan berdasarkan situasi dalam simulasi AR-VR dan (iv) Algoritma pemrosesan bahasa alami seperti *Generative Pre-trained transformer* (GPT): digunakan untuk memahami perintah suara atau teks yang diberikan oleh pengguna.

Selain itu, teknologi AI juga berpotensi untuk meramalkan kerosakan kepada kemudahan dan peralatan. Ia turut digunakan untuk menjalankan aktiviti penyelenggaraan dengan proaktif dan tepat pada masanya, agar kemudahan atau peralatan dapat beroperasi dengan baik dan cekap (Rojek et al., 2023). Pemantauan prestasi keadaan kemudahan atau peralatan dapat dilakukan dengan ramalan keperluan penyelenggaraan melalui analisis data sensor peralatan. Algoritma CNN adalah salah satu algoritma pembelajaran mendalam yang sering digunakan untuk mengenali dan mengklasifikasi imej (Eslami & Yun, 2021).

Secara asasnya, algoritma ini mempunyai beberapa lapisan (*layer*) iaitu *input*, *convolutional*, *activation*, *pooling*, *fully connected* dan *output*. Melalui proses beberapa lapisan tersebut, CNN mengenali corak dan ciri visual yang kompleks daripada setiap gambar. CNN mempelajari dan mengenali bentuk-bentuk imej, seterusnya mengenalpasti bahagian yang terdapat kerosakan, hakisan dan sebagainya bagi tujuan penyelenggaraan. Penggunaan algoritma CNN memerlukan pengumpulan data yang tepat, latihan model yang sesuai, dan integrasi dengan sistem pengeloaan yang ada. Hasilnya, ia dapat membantu organisasi atau jabatan meningkatkan kecekapan operasi, mengurangkan masa, dan meningkatkan keselamatan di tempat kerja.

2.5 Manfaat AI kepada Bidang Penyelidikan TVET

Prestasi TVET sangat bergantung pada penyelidikan yang berkualiti tinggi serta mampu memberikan panduan bagi pembangunan kurikulum dan kaedah pengajaran yang terbaik dalam latihan teknikal. Penyelidikan terhadap pola pasaran industri merupakan salah satu kajian yang begitu penting kepada perkembangan TVET (Pirzada & Gulzar, 2023). Dengan memahami pola dan permintaan pekerjaan dalam industri tertentu, TVET dapat menyediakan kurikulum yang relevan dan program yang mencerminkan kemahiran dan pengetahuan yang diperlukan oleh pekerja industri. Penyelidikan yang kurang terhadap pasaran kerja akan mengakibatkan kurangnya pemahaman terhadap keperluan pasaran kerja. Tanpa penyelidikan yang cekap, program TVET mungkin tidak dapat disesuaikan dengan keperluan pasaran kerja yang sering berubah.

Schleicher (2018) menunjukkan bahawa kurangnya penyelidikan dalam TVET dapat menghalang perkembangan kaedah pengajaran serta melemahkan prestasi sistem pendidikan TVET. Oleh yang demikian, kualiti penyelidikan sangat penting untuk mengenalpasti program TVET yang memerlukan penambahbaikan atau sebagainya (Tang et al., 2023). Ini kerana, kekurangan penyelidikan yang berkualiti boleh menyebabkan program yang dilaksanakan tidak berkesan dan tidak peka terhadap keperluan industri.

Penggunaan teknologi AI dalam bidang penyelidikan TVET mampu mengumpul dan menganalisis data pendidikan

dengan lebih cekap. Dengan pembangunan model AI, proses analisis data pasaran pekerjaan dan ramalan keperluan industri terhadap bidang kemahiran yang tertentu mampu dilakukan. Model AI mampu meramalkan pola pekerjaan semasa dengan menggunakan elemen analitik data raya (Kero & Olana, 2023). Model tersebut berfungsi mengumpul data mengenai pola pekerjaan, pertumbuhan ekonomi, perkembangan teknologi, dan keperluan industri dalam sektor tertentu. Data yang diperolehi akan dianalisis dan diproses menggunakan algoritma statistik atau ML bagi mengenal pasti pola dan hubungan antara faktor-faktor ekonomi dan permintaan tenaga kerja. Berdasarkan analisis data, model ramalan statistik seperti model *Linear Regression* (LR) atau *Time Series Forecasting* dibangunkan. Model tersebut berupaya meramalkan keperluan tenaga kerja berdasarkan data-data yang ada dalam tempoh masa tertentu berdasarkan perkiraan pertumbuhan ekonomi dan pola industri. Model ramalan tersebut juga diuji dengan menggunakan data masa yang lalu yang tidak digunakan semasa pembentukan model untuk mengukur keberkesanan dan ketepatan ramalan. Algoritma yang sering digunakan dalam membangunkan model ini adalah Algoritma LR: Algoritma ini adalah contoh dari algoritma ML yang sering digunakan untuk meramalkan nilai berdasarkan hubungan linear antara dua atau lebih pemboleh ubah.

Jadual 1: Perkembangan Aplikasi berasaskan AI dengan Jenis Algoritma

No.	Aplikasi/ Sistem	Algoritma AI	Rujukan
1	Sistem Pembelajaran Adaptif	<i>Decision Tree</i>	Al-Chalabi et al., 2021.
2	Penilaian Prestasi Pelajar	<i>Random Forest</i>	Kumar Ghosh & Janan, 2021
3	<i>Artificial Intelligence-based Auto Proctoring (AiAP)</i>	<i>Long Short-Term Memory</i>	Tweissi et al., 2022
4	<i>Remaining useful life (RUL)</i>	<i>Convolutional Neural Network, Long Short-Term Memory</i>	An et al., 2020
5	Chatbots (dalam pendidikan)	<i>Natural Language Processing, Recurrent Neural Networks, Generative Pre-trained Transformer</i>	Hore, 2023
6	Pengesanan Kerosakan Jalan	<i>Convolutional Neural Networks</i>	Eslami & Yun, 2021
7	Ramalan Gaji dan Pengalaman Kerja	<i>Linear Regression</i>	Samah et al., 2022

Dalam skop ramalan industri, LR dapat digunakan untuk meramalkan keperluan tenaga kerja berdasarkan faktor-

faktor ekonomi atau pertumbuhan industri (Samah et al., 2022). Algoritma ini memodelkan hubungan antara pertumbuhan ekonomi dengan keperluan pekerjaan dalam sektor tertentu seperti Algoritma *Time Series Forecasting* atau Ramalan Siri Masa: Algoritma ini sesuai digunakan apabila data dianalisis mengikut urutan masa, seperti data keperluan pekerjaan dalam beberapa tahun yang terkini.

Dalam skop TVET, algoritma AI ini amat berguna untuk meramalkan keperluan tenaga kerja dalam beberapa tahun akan datang berdasarkan data sebelumnya. Namun begitu, pilihan jenis algoritma adalah bergantung kepada jenis data yang ada, kompleksiti ramalan yang diperlukan, dan tujuan khusus model tersebut dibangunkan.

Pemilihan algoritma AI memainkan peranan yang sangat penting dalam pembangunan dan pelaksanaan aplikasi AI dalam sebarang skop, termasuk TVET. Pemilihan algoritma yang sesuai dapat mempengaruhi prestasi, ketepatan, dan keberkesanan aplikasi tersebut. Jadual 1 dibawah menunjukkan perkembangan aplikasi berasaskan AI dan jenis algoritma yang terlibat dalam setiap aplikasi khususnya dalam skop pendidikan. Penggunaan algoritma yang sesuai adalah penting dalam menjalankan fungsi-fungsi AI yang berbeza dalam sistem pendidikan khususnya TVET. Ini termasuk penyesuaian pembelajaran, pemantauan prestasi pelatih dalam masa sebenar, penggunaan simulasi AI, chatbot, penggunaan AR-VR, analisis kajian pasaran pekerjaan dan keperluan industri, serta pengoptimuman pengurusan sumber daya.

3. Perbincangan

Berdasarkan sorotan dari kajian ini, teknologi AI berpotensi memberi manfaat kepada bidang pendidikan khususnya TVET. Namun, terdapat cabaran dan batasan yang perlu diatasi bagi memastikan kejayaan pelaksanaan teknologi AI dalam TVET. Beberapa cadangan turut dikemukakan untuk pertimbangan kepada kajian masa depan.

3.1 Batasan dan Cabaran

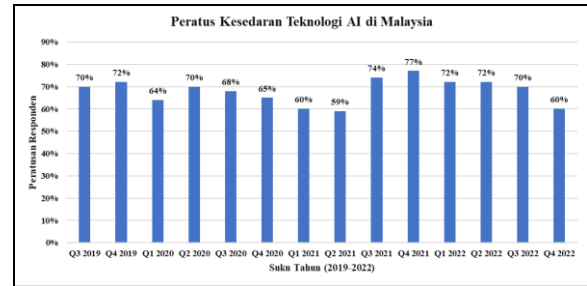
Antara cabaran dan batasan utama bagi implementasi teknologi AI dalam TVET adalah seperti berikut:

- Keterbatasan Infrastruktur: Keberkesanan teknologi AI memerlukan infrastruktur komputer yang cekap dan sumber daya yang mencukupi. Institusi TVET perlu menyediakan peruntukan kos yang tinggi bagi menyediakan peralatan yang moden dan rangkaian yang cekap supaya teknologi ini dapat berfungsi dengan baik.
- Kekurangan Pengajar Terlatih: Pengajar TVET perlu diberikan latihan dan pemahaman yang mencukupi mengenai teknologi AI. Tanpa pengetahuan yang mencukupi, penggunaan teknologi ini mungkin tidak efektif dan memberi kurang manfaat kepada pelatih.
- Perlindungan Data dan Privasi: Penggunaan teknologi AI yang melibatkan pengumpulan dan analisis data pelatih perlu diberi perhatian. Institusi perlu memastikan bahawa data peribadi pelatih disimpan dengan baik dan privasi pelatih terjaga dalam semua aspek penggunaan teknologi AI. Kawalan data secara telus adalah penting seperti memberikan maklumat yang jelas kepada pengguna tentang bagaimana data mereka akan digunakan dan pilihan penggunaan data haruslah dipatuhi.
- Kesesuaian AI kepada TVET: Tidak semua teknologi AI sesuai digunakan dalam bidang TVET. Terdapat situasi di mana teknologi AI mungkin tidak relevan untuk pembelajaran kemahiran praktikal, oleh itu pemilihan

teknologi yang sesuai perlu diutamakan. Institusi TVET perlu menjalankan pendekatan melalui pembelajaran berpusatkan pekerjaan (job-centered learning) yang melibatkan pengalaman praktikal dalam sektor industri yang sesuai.

- e) Kos Penyelenggaraan dan Penambahbaikan: Penyelenggaraan, integrasi, dan penambahbaikan teknologi AI memerlukan kos yang agak tinggi. Institusi TVET perlu mengambil kira kos yang diperlukan bagi penyelenggaraan dan penambahbaikan alatan seperti sensor, platform sistem rangkaian, pengembangan model AI dan algoritma berbanding manfaat yang diperolehi dari penggunaan teknologi tersebut.
- f) Kesilapan Algoritma: Algoritma atau data latihan yang tidak mencukupi akan mempengaruhi keputusan yang diperolehi daripada teknologi AI. Kesilapan pada algoritma boleh merugikan malah mengancam keselamatan pengguna, terutama melibatkan kesihatan, privasi, dan kewangan.
- g) Kekurangan Sumber Pembelajaran: Terdapat kekurangan dalam sumber pembelajaran yang khusus kepada aplikasi teknologi AI dalam TVET seperti modul pembelajaran interaktif, kurikulum berasaskan AI, platform *e-Learning* dan lain-lain. Pembangunan sumber yang berkualiti adalah penting untuk memastikan pembelajaran yang lebih efektif.
- h) Perubahan Keperluan Industri: Kemajuan teknologi AI berlaku dengan pantas seiring dengan perubahan industri. Ia turut memberi kesan kepada perubahan keperluan kemahiran dan pengetahuan graduan TVET.
- i) Sokongan Institusi dan Penglibatan Industri: Kerjasama antara institusi TVET dan industri amat penting untuk mengintegrasikan teknologi AI dalam kurikulum. Penglibatan industri dapat membantu memastikan keperluan industri dipenuhi.
- j) Kemampuan Penerimaan Teknologi: Penerimaan terhadap teknologi AI oleh pengajar, pelatih, dan industri adalah penting kerana dengan sokongan dan keyakinan dari semua pihak akan menjamin kejayaan pelaksanaan teknologi AI dalam TVET. Perbezaan impak kecerdasan buatan (AI) terhadap TVET bergantung kepada individu dan organisasi (Shiohira, 2021). Sebahagian individu berkemungkinan mudah untuk menyesuaikan diri dengan perubahan landskap kemahiran, sementara yang lain mungkin menghadapi kesukaran.

Rajah 2 di bawah memaparkan statistik kaji selidik tentang pola teknologi oleh *Oppotus*, (*Awareness of Artificial Intelligence Malaysia Q3 2019-Q4 2022*, n.d.). Penurunan peratus kesedaran terhadap teknologi AI di Malaysia menurun pada suku tahun keempat 2022 berbanding tahun 2021. Di mana, hanya 60 peratus responden menyatakan mereka sedar akan penggunaan teknologi AI. Penurunan peratus kesedaran mengenai teknologi AI ini merupakan salah satu cabaran yang menghalang potensi negara untuk bersaing dalam teknologi dan ekonomi global.



Rajah 2: Statistik Kesedaran Teknologi AI di Malaysia

3.2 Cadangan untuk kajian masa depan

Kajian-kajian pada masa depan perlu memberikan tumpuan kepada beberapa aspek untuk memperkuat asas dalam menerapkan teknologi AI dalam TVET. Pertama, penting untuk menilai kesan jangka panjang penggunaan AI dalam pembelajaran TVET terhadap masa depan kerjaya pelatih. Kedua, perlu dilakukan penelitian yang membandingkan penggunaan pelbagai alat AI dalam bidang TVET untuk melihat prestasi pelatih dan keberkesanannya secara relatif. Selain itu, penting juga untuk mengenalpasti kaedah yang tepat untuk meningkatkan kesedaran mengenai etika penggunaan AI dalam persekitaran pembelajaran di kalangan pelatih dan pengajar. Kemudian, perlunya tinjauan secara menyeluruh terhadap pandangan dan keperluan industri terhadap lulusan TVET yang memiliki keterampilan AI, termasuk sejauh mana lulusan tersebut dapat memenuhi tuntutan industri. Terakhir sekali, penting untuk melaksanakan kajian terhadap penerimaan dan sokongan masyarakat kepada pembelajaran AI dalam TVET, serta strategi untuk meningkatkan kesedaran dan sokongan mereka terhadap integrasi teknologi ini dalam pendidikan TVET.

Secara keseluruhannya, amat penting untuk terus mengkaji dan menyesuaikan dasar pendidikan mengikut keperluan teknologi semasa kerana kejayaan teknologi AI sangat bergantung pada pemahaman yang mendalam terhadap peranan AI pada masa depan (Li et al., 2019).

4. Kesimpulan

Kesimpulannya, kajian ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai potensi dan perkembangan penggunaan teknologi AI ke dalam TVET. Kajian ini menunjukkan bahawa aplikasi berteraskan teknologi AI, termasuk analisis data, pemrosesan imej, dan robotik telah memberikan impak yang positif terhadap pengajaran, pembelajaran, penilaian, peluang kerjaya, kemudahan peralatan dan bidang penyelidikan dalam TVET. Melalui tinjauan terhadap model-model dan algoritma AI yang telah dibangunkan, AI mampu memberikan hasil yang menjanjikan dalam aspek seperti peningkatan kualiti pengajaran, personalisasi pembelajaran, penilaian dan peningkatan prestasi pelatih.

Penggunaan teknologi AI juga mampu mengurangkan jurang antara keperluan industri dan kemahiran graduan TVET, dan kekal relevan dengan pasaran pekerjaan semasa. Namun, kajian ini juga menekankan beberapa cabaran yang perlu diatasi dalam pelaksanaan teknologi AI dalam TVET. Cabaran-cabaran seperti had infrastruktur, keterbatasan latihan pengajar, isu data peribadi, serta kesesuaian teknologi dalam skop pembelajaran perlu diberi perhatian. Walaubagaimanapun, dengan perancangan yang rapi, usaha yang betul dan pendekatan yang cekap, cabaran ini boleh diatasi dan teknologi AI boleh memberikan manfaat yang besar dalam pengembangan TVET.

Oleh itu, adalah penting untuk terus meneroka, mengembangkan, dan melaksanakan teknologi AI dalam TVET dengan tujuan untuk menghasilkan graduan TVET yang mahir, relevan, dan bersedia menghadapi cabaran dunia industri yang semakin kompleks.

Penghargaan

Ucapan penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga kepada Pusat Latihan Pengajar dan Kemahiran Lanjutan (CIAST), Shah Alam atas sokongan dan kerjasama yang berharga dalam menyiapkan artikel bertajuk "Meneroka Potensi Model dan Algoritma Kecerdasan Buatan dalam Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET)". Kerjasama daripada CIAST telah membantu mewujudkan kajian ini sebagai sumber pengetahuan yang penting dalam pembangunan Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET). Terima kasih atas komitmen dan sokongan yang berterusan dalam memajukan bidang pendidikan TVET dan pembangunan aplikasi berteraskan teknologi AI.

Rujukan

- Al-Chalabi, H. K. M., Hussein, A. M. A., & Apoki, U. C. (2021, July 1). An Adaptive Learning System Based on Learner's Knowledge Level. *Proceedings of the 13th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence, ECAI 2021*.
- An, Q., Tao, Z., Xu, X., El Mansori, M., & Chen, M. (2020). A data-driven model for milling tool remaining useful life prediction with convolutional and stacked LSTM network. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 154.
- Awareness of artificial intelligence Malaysia Q3 2019-Q4 2022. (n.d.). Retrieved April 25, 2023, from <https://www.statista.com/statistics/1327364/malaysia-awareness-of-artificial-intelligence/>
- Bano, N., Yang, S., & Alam, E. (2022). Emerging Challenges in Technical Vocational Education and Training of Pakistan in the Context of CPEC. *Economies*, 10(7).
- Bashir, M. O. I. (2022). Application of Artificial Intelligence (AI) in Dredging Efficiency in Bangladesh. *Annals of Emerging Technologies in Computing*, 6(1), 74–88.
- Campesato, O. (2020). *Artificial intelligence, machine learning, and deep learning / Oswald Campesato*. Mercury Learning and Information.
- Chinyere Shirley, A., Chijioko, O. P., & Benjamin Chukwumaijem, O. (2015). Towards Quality Technical Vocational Education and Training (TVET) Programmes in Nigeria: Challenges and Improvement Strategies. *Journal of Education and Learning*, 4(1).
- Cooper, N., Millela, F., Cant, I., White, M. D., & Meyer, G. (2021). Transfer of training - Virtual reality training with augmented multisensory cues improves user experience during training and task performance in the real world. *PLoS ONE*, 16(3 March).
- Cui, W., Xue, Z., & Thai, K. P. (2019). Performance Comparison of an AI-Based Adaptive Learning System in China. *Proceedings 2018 Chinese Automation Congress, CAC 2018*, 3170–3175.
- Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., Google, K. T., & Language, A. I. (2019). *BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding*.
- Eslami, E., & Yun, H. B. (2021). Attention-based multi-scale convolutional neural network (A+mcnn) for multi-class classification in road images. *Sensors*, 21(15).
- Gama, J., Zliobaite, I., Bifet, A., Pechenizkiy, M., & Bouchachia, A. (2014). A survey on concept drift adaptation. In *ACM Computing Surveys* (Vol. 46, Issue 4). Association for Computing Machinery.
- Haginoya, S., Ibe, T., Yamamoto, S., Yoshimoto, N., Mizushi, H., & Santtila, P. (2023). AI avatar tells you what happened: The first test of using AI-operated children in simulated interviews to train investigative interviewers. *Frontiers in Psychology*, 14.
- Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2014). Students' and instructors' use of massive open online courses (MOOCs): Motivations and challenges. In *Educational Research Review* (Vol. 12, pp. 45–58). Elsevier Ltd.
- Hore, S. (2023). *Chatbot Evolution: ChatGPT Vs. Rule-based*. Analytics Vidhya.
- Hussain, S., Al-Hashmi, S. H., Malik, M. H., & Ali Kazmi, S. I. (2023). Chatbot in E-learning. *SHS Web of Conferences*, 156, 01002.
- Ismail, A., & Zainal Abiddin, N. (2014). *Issues and Challenges of Technical and Vocational Education and Training in Malaysia Towards Human Capital Development*.
- Jia, F., Sun, D., Ma, Q., & Looi, C. K. (2022). Developing an AI-Based Learning System for L2 Learners' Authentic and Ubiquitous Learning in English Language. *Sustainability (Switzerland)*, 14(23).
- Kero, A. A., & Olana, Z. (2023). *The role of big data analytics on improving technical and vocational education outcomes*.
- Kholis, N., Kartowagiran, B., & Mardapi, D. (2020). Development and validation of an instrument to measure a performance of vocational high school. *European Journal of Educational Research*, 9(3), 955–966.
- Kumar Ghosh, S., & Janan, F. (2021). Prediction of Student's Performance Using Random Forest Classifier. *Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Singapore*.
- Luckin, R. (2017). Towards artificial intelligence-based assessment systems. In *Nature Human Behaviour* (Vol. 1, Issue 3). Nature Publishing Group.
- Luo, M., Alias, N., & DeWitt, D. (2022). Investigating the Needs of Technical Communication for TVET Students: A Case Study of Manufacturing Students in the Central Part of China. *Journal of Technical Education and Training*, 14(1).
- M. Yusop, S. R., Rasul, M. S., Mohammad Yasin, R., & Hashim, H. U. (2023). Identifying and Validating Vocational Skills Domains and Indicators in Classroom Assessment Practices in TVET. *Sustainability*, 15(6), 5195.
- Mirzajani, H., Bayekolaei, M. D., Kookandeh, M. R., Rezaee, S. S. R., Kamalifar, A. A., & Shani, H. R. (2016). Smart Schools an Innovation in Education: Malaysian's Experience. *Asian Journal of Education and Training*, 2(1), 11–15.
- Muhammad, A. F., Susanto, D., Alimudin, A., Adila, F., Assidiqi, M. H., & Nabhan, S. (2020). Developing English Conversation Chatbot Using Dialogflow. *IES 2020 - International Electronics Symposium: The Role*

- of Autonomous and Intelligent Systems for Human Life and Comfort, 468–475.
- Othman, N. A., & Aydin, I. (2019, September 1). A Smart School by Using an Embedded Deep Learning Approach for Preventing Fake Attendance. *2019 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing Symposium, IDAP 2019*.
- Owais, A. K., Al Abidi, S. M., Hatamleh, Z. M., & Hussein, E. T. (2020). Technical and vocational education and training in the UAE. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(13), 264–288.
- Papangelis, A., Namazifar, M., Khatri, C., Wang, Y.-C., Molino, P., & Tur, G. (2020). *Plato Dialogue System: A Flexible Conversational AI Research Platform*.
- Park, J. (2020). *An AI-based English Grammar Checker vs. Human Raters in Evaluating EFL Learners' Writing*.
- Peters, S. (2021). Market conditions of international VET providers: a comparative analysis of Australia, UK, USA, and Germany. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 13(1).
- Pirzada, G., & Gulzar, I. (2023). *Best Institutional Practices in Technical and Vocational Institutes for Sustainable Development*.
- Pirzada, G., Muhammad, Dr. Y., & Mahmood, Dr. A. (2022). *Assessment Challenges Faced by Technical Vocational Education (TVET) Stakeholders in Pakistan: Stakeholders' Perspectives*.
- Rodriguez-Ascaso, A., Boticario, J. G., Finat, C., & Petrie, H. (2017). Setting accessibility preferences about learning objects within adaptive elearning systems: User experience and organizational aspects. *Expert Systems*, 34(4).
- Rojek, I., Jasiulewicz-Kaczmarek, M., Piechowski, M., & Mikołajewski, D. (2023). An Artificial Intelligence Approach for Improving Maintenance to Supervise Machine Failures and Support Their Repair. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(8).
- Romero, C., & Ventura, S. (2010). Educational data mining: A review of the state of the art. In *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part C: Applications and Reviews* (Vol. 40, Issue 6, pp. 601–618).
- Samah, K. A. F. A., Wirakarnain, N. S. D., Hamzah, R., Mokhtar, N. A., Riza, L. S., & Othman, Z. (2022). A linear regression approach to predicting salaries with visualizations of job vacancies: a case study of Jobstreet Malaysia. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 11(3), 1130–1142.
- Schleicher, A. (2018). *How to build a 21st-century school system*. OECD Publications.
- Shan, H., Jia, X., Yan, P., Li, Y., Paganetti, H., & Wang, G. (2020). Synergizing medical imaging and radiotherapy with deep learning. *Machine Learning: Science and Technology*, 1(2), 021001.
- Shiohira, K. (2021). *Understanding the impact of artificial intelligence on skills development*.
- Sjöström, J., Aghaee, N., Dahlin, M., & Ågerfalk, P. J. (2018). *Designing Chatbots for Higher Education Practice* (Vol. 4).
- Stachowicz-Stanusch, A., & Amann, W. (2018). *Artificial Intelligence at Universities in Poland*. 2(42). www.oamquarterly.polsl.pl
- Tang, K. Y., Chang, C. Y., & Hwang, G. J. (2023). Trends in artificial intelligence-supported e-learning: a systematic review and co-citation network analysis (1998–2019). In *Interactive Learning Environments* (Vol. 31, Issue 4, pp. 2134–2152). Routledge.
- Tripney, J. S., & Hombrados, J. G. (2013). *Technical and vocational education and training (TVET) for young people in low-and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis*.
- Tweissi, A., Al Etaiwi, W., & Eisawi, A. (2022). The Accuracy of AI-Based Automatic Proctoring in Online Exams. In *The Electronic Journal of e-Learning* (Vol. 20, Issue 4). www.ejel.org
- vanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. In *Educational Psychologist* (Vol. 46, Issue 4, pp. 197–221).
- Wang, P. (2019). On Defining Artificial Intelligence. *Journal of Artificial General Intelligence*, 10(2), 1–37.
- Welamo, T., Deng Sanpeng, P., & Shao changlan, P. (2023). *Relevance/Importance of Artificial Intelligence in Teaching Vocational Education and Training Case study at Ethiopia Federal TVET Institute*. 12.
- Yeap, C. F., Suhaimi, N., & Nasir, M. K. M. (2021). Issues, Challenges, and Suggestions for Empowering Technical Vocational Education and Training Education during the COVID-19 Pandemic in Malaysia. *Creative Education*, 12(08), 1818–1839.
- Zhang, G., Zhu, Z., Zhu, S., Liang, R., & Sun, G. (2022). Towards a better understanding of the role of visualization in online learning: A review. In *Visual Informatics* (Vol. 6, Issue 4, pp. 22–33). Elsevier B.V.
- Zuckerman, A. (2022). *How Artificial Intelligence is Changing the Service Industry*.