

Kesan Metodologi TRIZ Terhadap Kemahiran Penyelesaian Masalah dalam Kalangan Pelajar Komputeran

Effects of TRIZ Methodology on Problem Solving Skills among Computing Students

Nurkhuzaimah Fazreen Mohd Jalaluddin, Che Soh Said*

*Faculty of Art, Computing and Creative Industry, Universiti Pendidikan Sultan Idris;
fazreen233@gmail.com, chesoh@fskik.upsi.edu.my*

*correspondance author

To cite this article (APA): Mohd Jalaluddin, N.F., & Said, C.S. (2022). Kesan metodologi TRIZ terhadap kemahiran penyelesaian masalah dalam kalangan pelajar komputeran. *Journal of ICT in Education*, 9(1), 61-76. <https://doi.org/10.37134/jictie.vol9.1.6.2022>

To link to this article: <https://doi.org/10.37134/jictie.vol9.1.6.2022>

Abstrak

Kemahiran penyelesaian masalah adalah suatu kemahiran yang diperlukan di semua peringkat umur bagi membolehkan penyelesaian masalah dalam pelbagai perkara sama ada dalam kehidupan seharian mahupun bidang pembelajaran dan pekerjaan. Dalam konteks keperluan kemahiran penyelesaian masalah yang diperlukan oleh para pelajar kemahiran penyelesaian masalah ini berhubung kait dengan proses kognitif dan meta kognitif seperti penaaakulan, pemahaman, pengumpulan maklumat, menganalisis, membuat penyelesaian, membuat keputusan, merancang, meninjau dan menilai. Justeru itu, kajian ini bertujuan mengkaji mengenai kesan penggunaan metodologi TRIZ sebagai metod penyelesaian masalah terhadap kemahiran penyelesaian masalah dalam kalangan pelajar komputeran. Selain itu, kajian ini juga meliputi kesan perbezaan penggunaan metodologi TRIZ terhadap kemahiran penyelesaian masalah dalam kalangan pelajar komputeran yang berbeza tahap peribadi inovatif. Pendekatan eksperimen kuasi dan analisis teks telah diaplikasikan. Seramai 41 orang pelajar komputeran terlibat dalam kajian ini. Instrumen yang digunakan dalam kajian ini adalah soal selidik Computational Thinking Scale, Problem Solving Inventory, Personal Innovativeness in the Domain of Information Technology dan borang tinjauan persepsi terhadap metodologi penyelesaian masalah TRIZ. Data dianalisis dengan menggunakan ujian pra dan ujian pasca bagi analisis soalan soal selidik dan analisis tematik bagi analisis teks. Hasil dapatan kajian, memaparkan bahawa metodologi TRIZ berupaya membantu pelajar untuk menyelesaikan masalah dalam bidang teknologi maklumat dan sains komputer. Kesimpulannya, jelas membuktikan bahawa

metodologi TRIZ berpotensi untuk meningkatkan kemahiran penyelesaian masalah dalam kalangan pelajar komputeran.

Kata Kunci: TRIZ; inovatif; penyelesaian masalah; kemahiran penyelesaian masalah; pelajar komputeran

Abstract

Problem solving skills are essential ability in all stages of age to making able problem solving in numerous circumstances in daily lives neither in education nor profession. In problem solving skills requirement context, students are required to have these skills connected to the process of cognitive and metacognitive such as reasoning, comprehension, information gathering, analysis, solution making, decision making, planning, reviewing, and evaluating. Hence, this study aims to examine the effect of using TRIZ methodology as a problem solving method towards problem solving skills among computing students. Other than that, this study also includes the different effects of TRIZ usage towards problem solving skills with different levels of innovative personalities among computing students. Quasi-experimental approach together with text analysis has been applied. A total of 41 computing students involved in this study. Instruments used in this study consist of a questionnaire Computational Thinking Scale, Problem Solving Inventory, Personal Innovativeness in the Domain of Information Technology, and a survey form on TRIZ problem solving methodology. Data were analysed using pre-test and post-test analysis for questionnaire and thematic analysis for text analysis. The findings indicate that TRIZ methodology has been proven to help problem solving skills among students in information technology and computer science. In conclusion, it is clearly proven that the TRIZ methodology has the potential to improve problem solving skills among computing students.

Keywords: TRIZ, innovative; problem solving; problem solving skills; computing student

PENGENALAN

Perkembangan semasa menunjukkan persekitaran perniagaan dan kehidupan manusia telah mengalami perubahan dengan cepat dan menjadi semakin kompleks akibat daripada perubahan yang dibawa oleh teknologi maklumat dan komunikasi (United Nations, 2019; Chamoux, 2019). Antara perubahan yang ketara, setiap organisasi awam atau swasta berada dalam tekanan yang memerlukan mereka untuk bertindakbalas dengan cepat terhadap perubahan dan melakukan inovasi terhadap cara bekerja (Sharda, Delen & Turban, 2018). Kegagalan organisasi untuk bertindakbalas untuk mengadaptasi dengan perubahan berkenaan akan membawa impak kepada kelangsungan hayat organisasi tersebut (Valachich & Schneider, 2016). Proses adaptasi operasi ini mewujudkan keperluan sumber manusia yang dapat menyelesaikan masalah yang kompleks dan membuat keputusan dengan cekap dan tepat dengan memanfaatkan maklumat, pengetahuan dan data yang berkaitan.

Disebalik cabaran berkenaan, peningkatan keupayaan teknologi maklumat dan komunikasi telah mewujudkan peluang untuk penghasilan produk dan perkhidmatan baharu. Menurut laporan *United Nations Conference on Trade and Development* (United Nations, 2019), perkembangan ekonomi digital mewujudkan banyak peluang ekonomi baru seperti peningkatan hasil melalui usaha inovasi dan pertumbuhan produktiviti, memudahkan transaksi melalui rangkaian pertukaran maklumat dan

menjana pengeluaran barang dan perkhidmatan berkualiti tinggi dengan pengurangan kos. Selain itu, menurut Valachich & Schneider (2016), teknologi maklumat juga dapat meningkatkan tingkat daya saing organisasi melalui keupayaan teknologi maklumat untuk meningkatkan kecekapan pembelajaran dalam organisasi, kecepatan dalam proses membuat keputusan dengan betul, dan meningkatkan nilai dalam produk dan perkhidmatan organisasi swasta dan awam.

Proses digitalisasi ini melibatkan penggunaan secara meluas teknologi maklumat dan komunikasi dalam proses penyelesaian masalah dan membuat keputusan. Laporan Forum Ekonomi Dunia 2020 (World Economic Forum, 2020) melaporkan teknologi yang bakal di adaptasi dalam digitalisasi tadbir urus syarikat menjelang tahun 2025 ialah perkomputeran awam, keselamatan siber dan enkripsi, permodelan dan percetakan tiga dan empat dimensi, internet benda, peranti bersambung, realiti maya terimbuh dan analisis data raya.

Menyedari kepentingan berkenaan, kerajaan Malaysia telah langkah proaktif untuk memperkenalkan subjek dalam bidang perkomputeran dalam kurikulum dasar di peringkat sekolah rendah dan menengah. Mulai 2015, Kementerian Pendidikan Malaysia telah mula melaksanakan secara meluas pendidikan teknologi maklumat dan komunikasi (TMK) melalui pengenalan subjek Teknologi Maklumat dan Komunikasi (TMK) dalam kurikulum standard sekolah rendah (KSSR). Inisiatif ini melibatkan seramai 5.5 juta para murid sekolah rendah seluruh Malaysia. Seterusnya, subjek Asas Sains Komputer dan Sains Komputer telah di tawarkan dalam Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) mulai pada tahun 2017 (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2016). Pengenalan subjek Teknologi Maklumat dan Komunikasi dan Sains Komputer ini melengkapkan pendidikan perkomputeran dalam sistem pendidikan di Malaysia. Sebelum ini, subjek Perkomputeran telah di tawarkan sebagai komponen subjek dalam Sijil Tinggi Pelajaran Malaysia (STPM) dan Matrikulasi Kementerian Pendidikan Malaysia.

Bagi memenuhi keperluan sumber manusia yang kompeten dan berkecakapan dalam mendidik para pelajar dalam bidang perkomputeran merangkumi teknologi maklumat dan sains komputer, Kementerian Pengajian Tinggi Malaysia melalui universiti awam telah menawarkan program sarjana muda pendidikan dalam bidang teknologi maklumat. Universiti awam yang terlibat dalam inisiatif ini ialah Universiti Pendidikan Sultan Idris dan Universiti Utara Malaysia. Pelaksanaan program ijazah sarjana muda pendidikan teknologi maklumat adalah bersumber kepada kurikulum yang dibentuk daripada Standard Komputeran (MQA, 2014) dan Standard Pendidikan (MQA, 2016). Mengikut standard ini, reka bentuk dan pembangunan kurikulum hendaklah berdasarkan kepada Kerangka Kelayakan Malaysia (MQA, 2016). Mengikut Kerangka Kelayakan Malaysia, domain hasil pembelajaran program pengajian tinggi di Malaysia mestilah menggabungkan elemen pengetahuan teknikal dan kemahiran insaniah. Kerangka Kelayakan Malaysia (MQA, 2017) juga menyatakan secara jelas bahawa kemahiran penyelesaian masalah sebagai salah satu domain penting dalam hasil pembelajaran program pengajian yang ditawarkan oleh semua institusi pengajian tinggi di Malaysia. Keadaan ini lebih tampak dalam bidang teknologi maklumat yang berfokuskan melahirkan graduan yang mempunyai kemahiran analitikal yang teguh dan mempunyai kemahiran pemikiran kritikal dalam menyelesaikan masalah melalui mengaplikasikan ilmu pengetahuan, prinsip dan kemahiran dalam

bidang teknologi maklumat (MQA, 2017). Pengetahuan ini kemudian akan digunakan dalam merancang, melaksana dan menguruskan sumber penyelesaian berasaskan teknologi maklumat dalam organisasi perniagaan dan awam.

Menganalisis merupakan komponen utama dalam proses menyelesaikan masalah dan juga merupakan sebahagian kemahiran yang di kategori kemahiran berfikir aras tinggi (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2014). Individu dikatakan mempunyai keupayaan untuk menganalisis dengan lebih baik apabila ia mempunyai keupayaan untuk menyelesaikan masalah. Keupayaan menyelesaikan masalah merupakan salah satu elemen yang terdapat dalam kemahiran kognitif selain daripada pemikiran kreatif dan inovatif dan keupayaan belajar (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013). Ini kerana dengan adanya kemahiran penyelesaian masalah, pelajar dapat menyelesaikan sesuatu masalah dengan berkesan menggunakan pendekatan paling tepat dan cekap (Masila et al., 2019), seterusnya dapat mempertingkatkan daya pemikiran, aplikasi dan penaaakulan pelajar (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013). Selain itu, kemahiran penyelesaian masalah merupakan sebahagian komponen dalam strategi pembelajaran berasaskan masalah sebenar (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2014)

KAJIAN LITERATUR

Kemahiran Penyelesaian Masalah

Kemahiran penyelesaian masalah kini amat diperlukan untuk para pelajar pada abad ke-21. Hal ini adalah disebabkan, para pelajar kini berhadapan dengan situasi kewujudan pelbagai masalah yang timbul dan bagaimana untuk menyelesaikan masalah itu sendiri. Berdasarkan kajian Chaudhry & Rasool (2012) yang dijalankan di COMSATS Institution of Information Technology (CIIT) terhadap pelajar pra-siswazah, menunjukkan bahawa kemahiran penyelesaian masalah amat penting sebelum mereka meninggalkan institusi akademik dan berhadapan dengan dunia sebenar. Ini kerana apabila pelajar memasuki dunia pekerjaan, kebanyakkan majikan akan mengadu bahawa kurangnya kemahiran penyelesaian masalah dalam kalangan pelajar tersebut. Dengan itu, penstrukturan semula mengenai kursus yang ditawarkan terhadap pelajar pra-siswazah perlu dikaji bagi membolehkan pelajar untuk membangunkan kemahiran penyelesaian masalah mereka. Lebih-lebih lagi, menurut Keong et al. (2017), para graduan universiti di Malaysia, masih lagi kekurangan kemahiran penyelesaian masalah.

Manakala berdasarkan PISA (Program International Students Assessment) menunjukkan bahawa para pelajar di Malaysia mempunyai kemahiran penyelesaian masalah yang sederhana (Chongo et al., 2020). Menurut Yee, Abu Bakar, Sharberi et al. (2020), banyak kepentingan yang boleh diperolehi melalui penyelesaian masalah kepada para pelajar, contohnya, memberi peluang kepada para pelajar berdasarkan apa yang dipelajari dengan mengamalkan konsep, prinsip dan teori.

Pada tahun 2017, berdasarkan Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM), penekanan terhadap kemahiran pelajar sama ada dalam bilik darjah atau pun di luar bilik darjah adalah sebahagian daripada prinsip-prinsip dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Penekanan ini membantu guru merangka

pelajaran yang membolehkan pelajar mengembangkan daya kreativiti, mengaplikasi pelbagai kemahiran dan mengamalkan nilai murni serta secara tidak langsung membolehkan pelajar memperoleh ilmu pengetahuan. Kaedah penyelesaian masalah yang dititikberatkan ini dapat menggalakkan pemikiran kritis, kreatif dan inovatif dalam kalangan pelajar. Kaedah ini juga mendedahkan pelajar dengan pelbagai pengalaman pembelajaran untuk menyelesaikan masalah (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2016). Dengan itu, semasa proses penyelesaian dilakukan, para pelajar akan mempelajari bagaimana untuk menganalisis, menilai dan membuat keputusan kepada masalah yang timbul. Ini sejajar dengan Falsafah Pendidikan Kebangsaan yang ingin melahirkan para pelajar di Malaysia berpengetahuan, berkemahiran dari segi berfikir, memimpin, dwibahasa, mempunyai etika dan kerohanian serta memaparkan identiti nasional mereka (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013).

Kemahiran Pemikiran Komputasional

Pemikiran komputasional ditakrifkan sebagai proses menyelesaikan masalah yang sukar dan memecahkannya kepada masalah-masalah yang kecil dan seterusnya diselesaikan berdasarkan pecahan tersebut. Gabungan di antara pemikiran komputasional (International Society for Technology in Education (ISTE)) dengan Computer Science Teachers Association (CSTA) menyebabkan pemikiran komputasional adalah sebagai proses penyelesaian masalah yang merangkumi ciri-ciri yang membolehkan seseorang menggunakan komputer dan alatan lain untuk menyelesaikan masalah, menyusun data secara logik, menganalisis data, mewakili data melalui abstrak dan penyelesaian automatik melalui pemikiran algoritma (McClelland & Grata, 2018).

Pemikiran Komputasional adalah salah satu kemahiran hidup yang penting dan perlu dikembangkan oleh pelajar pada masa sekarang. Perkembangan digital yang kian meluas memerlukan pemikiran komputasional dalam kehidupan kita. Oleh itu, pemikiran komputasional merupakan salah satu konsep yang penting perlu ada dalam subjek komputeran (Csizmadia et al., 2015). Lebih-lebih lagi, menurut Korucu, Gencturk dan Gundogdu (2017) pelajar haruslah didedahkan dengan lebih awal menggunakan teknologi, kerana melalui teknologi, pelajar akan mendapat banyak maklumat yang berkualiti yang akan mereka pelajari yang mana mengandungi pendidikan progresif. Dengan itu, kemahiran pemikiran komputasional adalah penting untuk dikembangkan dengan kemahiran penyelesaian masalah terutamanya pada usia muda, kerana pemikiran komputasional akan menunjukkan kesannya dalam semua bidang kehidupan. Melalui pemikiran komputasional juga, para pelajar dapat mengembangkan cara berfikir mereka sendiri apabila mereka menyedari bahawa komputer dapat menghasilkan penyelesaian secara automatik yang lebih berkesan sambil menyelesaikan masalah (Korkmaz et al., 2017).

Pemikiran Komputasional adalah salah satu kemahiran atau proses yang diperlukan dalam sains komputer. Pemikiran komputasional juga adalah kemahiran asas yang perlu dikuasai bermula daripada pendidikan awal hingga pengajian tinggi untuk menyelesaikan masalah secara berkesan dalam dunia teknologi digital (Noor Desiro et al., 2021). Berdasarkan kajian Seo & Kim (2016) yang mengkaji kesan pendidikan pengekodan dalam pengaturcaraan bagi pelajar sekolah rendah untuk meningkatkan

pemikiran kreativiti dan pemikiran komputasional menunjukkan bahawa terdapatnya hubungan yang signifikan di antara pasangan pengaturcaraan dan pendekatan pembelajaran koperatif. Hasilnya, hubungan tersebut telah meningkatkan pemikiran komputasional dan kreativiti pelajar.

Peribadi Inovatif

Konsep inovasi ditakrifkan dengan cara yang berbeza oleh pelbagai sumber dan digambarkan sebagai pencetus idea, produk, perkhidmatan dan aplikasi baru yang bermanfaat untuk digunakan (Cerit et al., 2014). Dalam pendidikan, pembelajaran kreatif, memerlukan pengajaran inovatif. Pengajaran secara inovatif adalah dengan mengamalkan pengajaran secara kreatif dan menggunakan konsep inovasi untuk mengajar. Kedua-dua aspek ini perlu bergerak secara seiring untuk menyeru budaya pendidikan yang lebih menghargai kreativiti dan menganggapnya sebagai asset (Ferrari et al., 2009). Berdasarkan Agarwal & Prasad (1998), peribadi inovatif adalah kesediaan individu untuk mencuba teknologi maklumat yang baru. Manakala menurut Rosen (2005), peribadi inovatif adalah seseorang individu dapat membantu dalam melaksanakan projek atau teknologi yang baru berkaitan dengan teknologi maklumat.

Pendidikan dari peringkat awal sebelum memasuki alam pekerjaan diperlukan bagi membolehkan para pelajar berhadapan dengan cabaran-cabaran yang akan datang. Oleh itu, persediaan awal bagi menghadapi cabaran tersebut hendaklah diterapkan dalam diri seseorang pelajar. Beberapa faktor bagi memberi dorongan kepada pelajar untuk menjadi seorang yang kreatif dan inovasi diperlukan sebagai tonggak kepada pemikiran kreatif dan inovatif dalam diri mereka. Ini kerana kedua-dua elemen tersebut merupakan kunci utama untuk berjaya dalam pelbagai bidang dalam era teknologi maklumat ini. Antara faktor yang mempengaruhi kreativiti dan inovasi pelajar adalah faktor ilmu pengetahuan, gaya berfikir, personaliti, motivasi dan keadaan persekitaran mendorong kepada kreativiti pelajar (Yahaya & Noor Sharliana, 2011). Selain itu, berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Simarmata & Hia (2020), faktor peribadi inovatif juga haruslah ditingkatkan dalam diri setiap pelajar atau pekerja, kerana faktor peribadi inovatif merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingkah laku dan keinginan untuk mempelajari sesuatu yang baru, dan bukan hanya dalam bidang Teknologi Maklumat tetapi di dalam bidang-bidang yang lain.

Melalui inovasi yang diperkenalkan dalam pendidikan di Malaysia dalam mata pelajaran Teknologi Maklumat dan Komunikasi (TMK), indikator terhadap sesuatu pemikiran, rekaan, penghasilan dan ciptaan pelajar menunjukkan bahawa pelajar boleh menjana idea, membangunkan idea dan berkomunikasi tentang idea, menghasilkan model berdasarkan idea dalam pelbagai cara dengan menggunakan strategi yang sesuai (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2012). Perubahan-perubahan yang berlaku dalam bidang pendidikan untuk menerapkan elemen inovasi dan kreativiti dalam kalangan pelajar adalah bertujuan untuk pembentukan generasi yang berkualiti dan maju.

TRIZ

Teoriya resheniya izobretatelskikh zadatch (TRIZ) yang bermaksud “teori menyelesaikan masalah inventif” merupakan sistem terbuka yang dicipta oleh pakar paten Rusia bernama Genrich Altshuller untuk meningkatkan keupayaan inovasi penggunaannya melalui proses sistematik. TRIZ telah diguna sejak 1940an dan terbukti telah berjaya menyelesaikan masalah-masalah bidang kejuruteraan. TRIZ juga telah digunakan di lebih 35 buah Negara di dunia dan kini telah diajar di beberapa buah universiti dan telah digunakan oleh beberapa buah organisasi terkemuka bagi menyelesaikan masalah (Kiong et al., 2017).

Pada tahun 2016, penggunaan TRIZ dalam industri telah dikaji oleh Spreafico & Russo (2016) menunjukkan kebanyakan syarikat-syarikat Barat telah mengaplikasikan TRIZ bagi penghasilan produk mereka. Ini telah meningkatkan daya saing antara syarikat dan inovasi produk bertambah baik dengan memperkenalkan fungsi baru produk tersebut. Seterusnya akan meningkatkan kualiti produk yang dihasilkan. TRIZ yang berfungsi sebagai tambahan kepada proses peningkatan kualiti am, telah meningkatkan fungsi dan keperluan terutamanya untuk produk, sistem dan perkhidmatan. Dengan itu, TRIZ telah berterusan digunakan sebagai kaedah universal untuk pelbagai aplikasi yang berbeza.

Penggunaan TRIZ dalam teknologi maklumat juga telah diteruskan dengan mengaplikasikannya di IOT (*Internet of Things*). Sharma, Khanna & Bhatnagar (2017) telah mengaplikasikan Kerangka TRIZ untuk Menyelesaikan Isu Keselamatan dalam IOT. Beberapa prinsip inventif TRIZ telah digunakan untuk meningkatkan sistem keselamatan dalam peranti IOT. Antaranya adalah prinsip ke-1 (pembahagian), prinsip ke-2 (Akstrak), prinsip ke-10 (Persediaan Awal Tindakan), prinsip ke-22 (Manfaat Kerugian), prinsip ke-27 (Pakai Buang) dan prinsip ke-35 (Perubahan Parameter). Prinsip-prinsip tersebut digunakan untuk menyelesaikan percanggahan dalam keselamatan dan pengurusan data serta masalah dalam peranti IOT yang meluas. Ini kerana kebanyakan peranti IOT terdedah kepada serangan penggadam. Berdasarkan kajian HP, 70% peranti IOT berhadapan dengan masalah serangan penggadam disebabkan isu keselamatannya. Dengan penggunaan TRIZ, beberapa isu keselamatan seperti kehilangan data, objek yang dihasilkan mempunyai faktor berbahaya, kerumitan penggunaan peranti, kemudahan pengeluar dan jangka hayat peranti dapat meningkatkan kualiti produk tersebut.

Kajian Espacios, Autores, Nesterenko & Terekhova (2017) membuktikan penggunaan TRIZ dalam pendidikan adalah amat sesuai untuk menyelesaikan masalah inventif bagi menangani cabaran kebolehan inventif pembangunan dalam subjek pendidikan masa kini. Sebagai penyelesaiannya, suatu program pendidikan khusus persekitaran yang dinamakan “TRIZ-inventor” telah dilaksanakan dalam program pendidikan tambahan untuk para pelajar sekolah rendah. Program yang dibangunkan telah menyediakan pembentukan sumber pendidikan kreatif berasaskan persekitaran bagi menguasai kaedah penyelesaian masalah inventif. Keputusan daripada program tersebut, penajaan persekitaran pembelajaran dapat menjamin pembangunan kemahiran untuk reka cipta dan penilaian terhadap produk kreativiti pelajar dapat meningkatkan tahap kecekapan mereka.

Tambahan pula, berdasarkan Ekmekci & Nebati (2019) antara manfaat yang terdapat dalam

metodologi TRIZ adalah sebarang percanggahan yang timbul boleh diselesaikan dengan mengaplikasikan penyelesaian secara inovatif. Tiga prinsip penting yang terdapat dalam metodologi TRIZ ialah: i) Reka bentuk yang ideal; ii) Percanggahan membantu dalam menyelesaikan masalah dan; iii) Proses inovasi boleh dikonfigurasikan secara sistematik atau teratur. Dengan itu, metodologi TRIZ merupakan peralatan analisis yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dan juga merupakan antara alat yang berasaskan pengetahuan yang diperlukan untuk mentransformasikan sistem dan asas teori. Secara ringkasnya, metodologi TRIZ menawarkan proses penyelesaian masalah yang sistematik dan berstruktur tinggi.

OBJEKTIF DAN SOALAN KAJIAN

Bagi menyelesaikan perbincangan di atas, terdapat dua soalan kajian iaitu:

1. Apakah kesan penggunaan metodologi TRIZ terhadap kemahiran penyelesaian masalah dalam kalangan pelajar komputeran?
2. Apakah wujud perbezaan kesan penggunaan metodologi TRIZ terhadap kemahiran penyelesaian masalah dalam kalangan pelajar komputeran berbeza tahap peribadi inovatif?

Dengan itu, untuk menjawab kepada soalan kajian tersebut, objektif yang terhasil ialah:

1. Mengenal pasti kesan penggunaan metodologi TRIZ terhadap kemahiran penyelesaian masalah dalam kalangan pelajar komputeran.
2. Mengkaji kesan perbezaan penggunaan metodologi TRIZ terhadap kemahiran penyelesaian masalah dalam kalangan pelajar komputeran yang berbeza tahap peribadi inovasi.

METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

Reka bentuk kajian eksperimen kuasi dipilih melibatkan ujian pra dan pasca digunakan bagi menjawab persoalan berkaitan kesan penggunaan metodologi penyelesaian masalah TRIZ terhadap pencapaian kemahiran penyelesaian masalah bagi pelajar yang berbeza tahap inovasi. Eksperimen kuasi dipilih untuk digunakan kerana kekangan untuk memilih dan menempatkan peserta kajian secara rawak dalam kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan (Ary, Jacob, Sorensen & Walker, 2018; Johnson & Christensen, 2017). Dalam kajian ini, peserta untuk kajian dipilih daripada kumpulan pelajar pendidikan teknologi maklumat daripada kumpulan kuliah sedia ada.

Jadual 1 menunjukkan reka bentuk kajian eksperimen kuasi dengan pemboleh ubah manipulasi atau rawatan ialah metodologi penyelesaian masalah TRIZ, dan pemboleh ubah bersandar ialah kemahiran penyelesaian masalah. Manakala Jadual 1 menunjukkan Reka Bentuk Kajian Eksperimen Kuasi.

Jadual 1: Rumusan artikel yang dipilih berdasarkan carian di pengkalan data Scopus

Kumpulan Rawatan	R	O ₁	X	O ₂
Kumpulan Kawalan	R	O ₁	C	O ₂

- R : Pemilihan subjek secara tidak rawak (pelajar teknologi maklumat)
X : Rawatan (Metodologi Penyelesaian Masalah TRIZ)
C : Kumpulan Kawalan (Tidak menerima rawatan)
O₁ : Ujian Pra
O₂ : Ujian Pasca.

Populasi dan Sampel Kajian

Populasi adalah sekumpulan besar individu atau objek yang mempunyai ciri-ciri yang sama yang ingin dikaji (Ary et al., 2018). Persampelan pula ialah proses memilih sebilangan subjek daripada populasi untuk dijadikan sebagai responden kajian. Persampelan juga membawa maksud kumpulan yang dikaji didapati daripada populasi dan membolehkan maklumat diperolehi daripada sebahagian kumpulan yang lebih besar (Ary et al., 2018). Untuk sampel kajian eksperimen kuasi, pemilihan dilakukan dengan memilih secara rawak pelajar mengikut kumpulan kuliah sedia ada, dan kemudian ditetapkan secara rawak sebagai kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan. Bilangan peserta dalam kumpulan rawatan ialah seramai 21 orang, manakala kumpulan kawalan seramai 20 orang. Oleh itu, keseluruhannya sampel kajian eksperimen adalah seramai 41 orang.

Instrumen Kajian

Instrumen yang digunakan dalam kajian ini adalah terdiri daripada modul pembelajaran metodologi penyelesaian masalah TRIZ, soal selidik kemahiran pemikiran komputasional (*Computational Thinking Scale*) yang dihasilkan oleh Korkmaz, Çakır dan Özden (2017), soal selidik kemahiran penyelesaian masalah (*Problem Solving Inventory*) dihasilkan oleh Heppner & Petersen (1982), soal selidik peribadi inovatif (*Personal Innovativeness in the Domain of Information Technology*) dihasilkan oleh Rosen (2005), dan borang tinjauan persepsi (*Technology Acceptance Model*) oleh Davis (1989) terhadap metodologi penyelesaian masalah TRIZ.

Prosedur Kajian

Untuk pelaksanaan kajian eksperimen kuasi, kumpulan pelajar kuliah sedia ada dalam bidang teknologi maklumat (kumpulan intak) telah diasingkan secara rawak kepada kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan. Proses ini dilakukan bagi mengawal ancaman dalaman yang mungkin wujud kerana faktor perbezaan latar belakang (Ary et al., 2018). Soal selidik ujian pra kemudian diedarkan dalam tempoh tiga puluh hari sebelum prosedur rawatan dan prosedur kawalan dilaksanakan. Tempoh tiga puluh hari dipilih kerana bagi memastikan tiada kesan instrumen terhadap hasil kajian. Seterusnya kumpulan rawatan diberikan rawatan dengan metodologi penyelesaian masalah TRIZ. Kumpulan rawatan ini diberikan penerangan penggunaan metodologi penyelesaian masalah TRIZ dengan

berbantuan modul yang telah dihasilkan. Setelah mengikuti penerangan berkenaan, pelajar diberikan latihan berkaitan menyelesaikan masalah dalam teknologi maklumat dengan menggunakan metodologi penyelesaian masalah TRIZ. Tempoh masa rawatan ini mengambil masa selama empat minggu.

Selepas empat minggu, pelajar dalam kumpulan rawatan diberikan instrumen soal selidik kemahiran penyelesaian masalah, dan borang soalan terbuka persepsi terhadap metodologi penyelesaian masalah TRIZ. Kumpulan kawalan juga diberikan instrumen soal selidik kemahiran penyelesaian masalah dalam sela masa yang sama dengan kumpulan rawatan. Proses analisis data yang melibatkan analisis data kuantitatif dan analisis teks telah dilakukan sebaik sahaja proses pengumpulan data kajian tamat.

DAPATAN KAJIAN

Analisis Data Kajian Eksperimen

Dari segi demografi, seramai 41 orang pelajar terlibat dalam kajian dengan pecahan 21 orang (51.2%) pelajar lelaki dan 20 orang (48.8%) pelajar perempuan seperti dalam Jadual 2. Semua pelajar adalah pelajar bukan siswazah dalam bidang teknologi maklumat.

Jadual 2: Demografi peserta kajian eksperimen

Jantina	Frekuensi	Peratus
Lelaki	21	51.2
Perempuan	20	48.8
Jumlah	41	100.0

Analisis deskriptif seterusnya dilakukan bagi mendapatkan data skor pencapaian peserta dalam kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan mengikut tahap peribadi inovatif seperti dalam Jadual 3.

Jadual 3: Analisis statistik deskriptif pemboleh ubah dalam kajian eksperimen

Kumpulan	Tahap	Min	Sisihan Piawai
Kawalan	Tinggi	4.10	.41
	Rendah	3.72	.40
	Jumlah	3.95	.44
Eksperimen	Tinggi	4.20	.31
	Rendah	3.84	.50
	Jumlah	4.04	.43
Jumlah	Tinggi	4.15	.36
	Rendah	3.78	.45
	Jumlah	4.00	.43

Jadual 3 menunjukkan taburan min dan sisihan piawai pencapaian peserta kajian dalam ujian pos. Tahap

bagi peribadi inovatif terbahagi kepada dua iaitu tahap tinggi dan tahap rendah. Penentuan kepada tahap adalah berdasarkan nilai min dan sisihan piawai. Berdasarkan hasil analisis, menunjukkan tahap peribadi inovatif dalam kalangan pelajar komputeran adalah sederhana dan skor min menunjukkan 4.15 (SP = .36), mewakili seramai 24 orang pelajar untuk tahap tinggi dan skor min 3.78 (SP = .45), mewakili seramai 17 orang pelajar untuk tahap rendah. Berdasarkan Rosen (2005), tahap peribadi inovatif ditentukan berdasarkan skala Likert yang digunakan. Dalam kajian ini, nilai 1 adalah rendah dan nilai 5 adalah tinggi. Dengan itu, dapat dirumuskan bahawa tahap inovatif dalam kalangan pelajar komputeran adalah sederhana.

Ujian Pra dan Ujian Pasca

Ujian pra ditadbir kepada peserta dalam kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan. Hasil daripada ujian pra adalah seperti dalam Jadual 4.

Jadual 4: Keputusan ujian pra dan pasca

Kumpulan	Ujian Pra		Ujian Pasca	
	Min	Sisihan Piawai	Min	Sisihan Piawai
Kawalan (N = 21)	3.95	0.35	3.64	0.30
Rawatan (N = 20)	3.85	0.20	4.04	0.74

Ujian T-sampel bebas telah digunakan bagi mengenalpasti perbezaan antara dua kumpulan dalam skor ujian pra. Analisis skor ujian pra mendapati tiada perbezaan yang signifikan antaran kumpulan kawalan dengan kumpulan rawatan dengan kumpulan rawatan (N = 21) mendapat jumlah skor (M = 3.95) yang tiada banyak perbezaan dengan kumpulan kawalan (N = 20, M = 3.85).

Laporan ujian Levene's dalam Jadual 5 berkaitan dengan kesamaan varians mendapati perbezaan antara kumpulan kawalan dengan kumpulan rawatan adalah tidak signifikan (F = .935, p > 0.05). Dapatan ini menunjukkan bahawa kedua-dua kumpulan adalah homogen dalam penguasaan kemahiran penyelesaian masalah.

Jadual 5: Laporan ujian Levene's ujian pra

F	df1	df2	Sig
.007	1	39	.935

Seterusnya ujian faktorial ANOVA telah dilakukan bagi mengenalpasti perbezaan pencapaian kemahiran penyelesaian masalah antara kumpulan rawatan dengan kumpulan kawalan dalam kalangan pelajar teknologi maklumat yang berbeza tahap peribadi inovatif. Bagi menjalankan ujian faktorial, langkah telah dilakukan bagi mengenalpasti pematuhan data terhadap syarat untuk penggunaan ujian faktorial ANOVA (Ho, 2016; George & Mallery, 2019).

Jadual 6 menunjukkan hasil ujian faktorial ANOVA dua hala yang telah digunakan bagi menganalisis data kajian eksperimen kuasi. Hasil kajian menunjukkan varians adalah homogen seperti dalam ujian kesamaan ralat varians Levene's ($F = .881, p > .05$). Ini bermakna andaian kumpulan homogen adalah dipenuhi.

Jadual 6: Laporan ujian Levene's ujian pasca

F	df1	df2	Sig
.222	3	37	.881

Dapatan kajian juga menunjukkan tiada perbezaan signifikan bagi skor kemahiran penyelesaian masalah antara kumpulan yang menerima rawatan dengan modul metodologi penyelesaian masalah TRIZ ($M = 4.04$) dengan kumpulan kawalan ($M = 3.95$), $F(1, 37) = .740$. Manakala wujud perbezaan signifikan antara kumpulan pelajar peribadi inovatif rendah dan pelajar peribadi inovatif tinggi dalam skor kemahiran penyelesaian masalah dengan kumpulan tinggi ($M = 4.15$) berbanding dengan kumpulan rendah ($M = 3.78$), $F(1, 37) = 8.330, p < .05$.

Seterusnya analisis interaksi kumpulan dan tahap inovatif menunjukkan tiada perbezaan signifikan, $F(1, 37) = .009, p > .05$. Hasil tiada perbezaan yang signifikan mewujudkan tiada keperluan untuk analisis lanjutan dilakukan terhadap kumpulan-kumpulan dalam interaksi kumpulan dan tahap peribadi inovatif.

Analisis Teks

Kajian analisis teks adalah pengumpulan, analisis, dan pentafsiran data naratif dan visual yang komprehensif untuk mendapatkan pandangan mengenai kajian yang dikaji. Dalam kajian ini, kaedah pengumpulan data kajian analisis teks yang digunakan adalah melalui soal selidik. Mills & Gay (2019) menyatakan bahawa soal selidik sesuai digunakan bagi membantu penyelidik mengumpul data dengan jumlah yang besar dalam tempoh masa yang singkat. Mereka juga menyatakan bahawa lazimnya soal selidik yang digunakan berbentuk soalan terbuka dengan responden menulis jawapan dalam borang yang disediakan.

Analisis tematik digunakan dalam kajian ini untuk menganalisis data bagi analisis teks. Analisis tematik digunakan untuk membentuk kriteria dan tema bagi meneliti kefahaman dan amalan responden terhadap penggunaan prinsip inventif TRIZ dalam menyelesaikan masalah. Analisis tematik juga digunakan bagi mengkategorikan kesemua data dan seterusnya membentuk tema-tema yang berpadanan untuk menjawab soalan kajian dalam kajian ini.

Dengan menggunakan analisis tematik, tema yang terbentuk bagi dapatan kajian ini ialah (i)

Kebergunaan Metodologi Penyelesaian Masalah TRIZ; (ii) Kemudahan Metodologi Penyelesaian Masalah TRIZ; (iii) Sikap Terhadap Metodologi Penyelesaian Masalah TRIZ; dan (iv) Proses Penggunaan Metodologi Penyelesaian Masalah TRIZ. Analisis tematik yang digunakan dalam kajian ini adalah dengan menggunakan perisian NVIVO bagi menganalisis data analisis teks ini dan mendapatkan tema serta kod yang bersesuaian untuk pembahagian atau mengkategorikan kepada jawapan yang diberi oleh responden. Kod yang dibina dalam kajian ini adalah secara manual berdasarkan soalan-soalan yang dikemukakan kepada responden kajian. Jadual 7 di bawah memaparkan antara jawapan responden yang menyatakan bahawa metodologi penyelesaian masalah TRIZ mudah untuk digunakan.

Jadual 7: Perincian jawapan responden kajian kemudahan metodologi penyelesaian masalah TRIZ

Responden	Perincian Jawapan Responden Kajian
E21	<i>Metodologi Penyelesaian Masalah TRIZ bermanfaat dalam membantu saya menyelesaikan masalah dengan baik secara efektif dan efisien dengan mengikut kemampuan.</i>
E18	<i>Yaa ia sangat membantu kerana ia telah memudahkan dan pada masa yang sama mencepatkan masa saya apabila ingin menyelesaikan sesuatu masalah.</i>
E16	<i>Ya, kerana kaedah ini bukan sehaja menunjukkan langkah yang teratur, malahan membantu kita untuk mengambil langkah yang terbaik untuk menyelesaikan sesuatu permasalahan itu.</i>
E6	<i>Ya. Apabila menggunakan kaedah TRIZ setiap kajian yang saya laksanakan menjadi teratur dan saya tahu apa yang perlu dilakukan step by step.</i>
E9	<i>Ia adalah bermanfaat kerana ia dapat menjimatkan masa penyelesaian.</i>
E12	<i>Ianya sangat bermanfaat dalam menyelesaikan masalah sesuatu item kerana kita boleh menyelidik item dengan lebih mudah menggunakan bahan-bahan triz.</i>
E19	<i>Sangat bermanfaat kerana ia membantu kita berfikir dengan lebih mudah dalam menyelesaikan masalah mengikut langkah-langkah yang ada dalam triz.</i>
E10	<i>Pada pendapat saya, metodologi penyelesaian masalah TRIZ sangat bermanfaat dalam menyelesaikan masalah dengan baik. Hal ini kerana, masalah akan di leraikan terlebih dahulu bagi mendapatkan penyelesaian masalah dengan cepat dan berkesan.</i>
E1	<i>Ye sangat bermanfaat kerana kita dapat menyelesaikan masalah yang dihadapi dengan tepat.</i>
E5	<i>Metodologi Penyelesaian Masalah TRIZ bermanfaat dalam membantu menyelesaikan masalah dengan baik kerana berkesan dalam mengenal pasti masalah, berfikir luar kotak, kreatif dan inovatif.</i>
E7	<i>Ianya bermanfaat kerana berkesan dalam mengenal pasti masalah dan penjaanaan penyelesaian inovatif.</i>

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian, menunjukkan dapatan tidak signifikan bagi kesan penggunaan metodologi penyelesaian masalah TRIZ terhadap kemahiran penyelesaian masalah kerana bagi pelajar dalam bidang komputeran ini, mereka telah didedahkan dengan lebih awal mengenai kemahiran pemikiran komputasional ini dan telah menguasainya. Pelajar juga telah didedahkan dengan matapelajaran atau kursus SADM (System Analysis and Design Method) dan Pembangunan Perisian yang menjurus kepada pemupukan kemahiran penyelesaian masalah. Lebih-lebih lagi pelajar yang dikaji adalah mereka daripada semester 6.

Namun begitu, daripada dapatan kajian, menunjukkan bahawa pelajar boleh menguasai metodologi penyelesaian masalah TRIZ walaupun tiada signifikan terhadap kemahiran penyelesaian masalah. Ini kerana kajian eksperimen yang dijalankan adalah secara dalam talian, menyukarkan penyelidik untuk memantau atau memerhati pelajar secara langsung bagaimana pelajar melaksanakan penggunaan metodologi TRIZ dalam penyelesaian masalah. Instrumen yang digunakan juga adalah instrumen yang berdasarkan persepsi. Oleh itu, kekangan ini telah mengekang kepada permasalahan kajian dan seterusnya menunjukkan dapatan tidak signifikan bagi kesan penggunaan metodologi penyelesaian masalah TRIZ terhadap kemahiran penyelesaian masalah. Namun, TRIZ digunakan kerana metodologi TRIZ bukan sahaja membantu dalam menyelesaikan masalah, malah akan menyelesaikan masalah secara inventif dan menghasilkan inovasi.

Dari sudut hasil daripada kajian yang dilakukan, dapat dirumuskan bahawa terdapatnya hubungkait atau hubungan di antara kemahiran pemikiran komputasional, penyelesaian masalah, inovasi, inovatif dan kreativiti dengan metodologi penyelesaian masalah TRIZ. Ini kerana kesemua elemen-elemen ini mempunyai perkaitan yang rapat dalam menyelesaikan masalah untuk menjadikannya lebih sistematik, efektif dan efisien.

Kesimpulannya, hasil daripada penemuan kajian yang dilaporkan dan kesesuaian metodologi TRIZ untuk digunakan dalam bidang pendidikan teknologi maklumat dan sains komputer. Penggunaan modul mengenai TRIZ telah meningkatkan tahap kefahaman dan menjadi panduan kepada para pelajar untuk menggunakan metodologi TRIZ dalam menyelesaikan masalah. Metodologi TRIZ juga membantu pelajar untuk menyelesaikan masalah dengan perspektif yang berbeza dan bersistematik atau berstruktur. Rumusannya, metodologi TRIZ tidak lagi tertumpu penggunaannya dalam bidang kejuruteraan sahaja, malah kini telah diperluaskan dalam teknologi maklumat dan sains komputer.

Oleh itu, kemahiran ini akan memenuhi rangka kerja yang dicadangkan oleh Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025 untuk melahirkan pelajar yang berinovatif, kreatif, kritis, berkemahiran tinggi, dan berani serta berdaya saing untuk berhadapan dengan pelbagai cabaran dalam pelbagai bidang pada abad ke-21 ini.

RUJUKAN

- Agarwal, R., & Prasad, J. (1998). A conceptual and operational definition of personal innovativeness in the domain of Information Technology. *Information System Research*, 9(2), 204–215. <https://doi.org/10.1287/isre.9.2.204>
- Ary, D., Jacobs, L. C., Sorensen, C., & Walker, D. A. (2014). *Introduction to Research in Education*. (9th Edition). Wadsworth, Cengage Learning.
- Ary, D., Lucy Cheser, Jacobs, Christine, K. S. I., & David, W. (2018). *Introduction to Research in Education* (10th Editi). Cengage Learning.
- Cerit, B., Küçükyaızıcı, G., & Şener, D. (2014). TRIZ : Theory of inventive problem solving and comparison of TRIZ with the other problem solving techniques. *Balkan Journal of Electrical & Computer Engineering*, 2(2). <https://doi.org/10.1002/9780470209943.ch1>
- Chamoux, J.P. (2019). Conclusion Wealthy Nations, Healthy Global Firms. *The Digital Era 2: Political Economy Revisited*. ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc. . <https://doi.org/10.1002/9781119468967.oth1>
- Chaudhry, N. G., & Rasool, G. (2012). A case study on improving problem solving skills of undergraduate computer science students. *World Applied Sciences Journal*, 20(1), 34–39. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2012.20.01.1778>
- Chongo, S., Osman, K., & Nazrul, A. N. (2020). Level of computational thinking skills among secondary science student: variation across gender and mathematics achievement. *Science Education International*, 31(2), 159–163. <https://doi.org/10.33828/sci.v31.i2.4>
- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). Computational thinking - A guide for teachers. *Computing At School*.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 13(3), 319–339. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Ekmecki, I., & Nebati, E. E. (2019). Triz Methodology and Applications. *Procedia Computer Science*, 158, 303–315. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.056>
- Espacios, H. R., Autores, L. O. S., Nesterenko, A., & Terekhova, V. (2017). Creation of the environment for the development of inventive abilities in subjects of education. 38(40). *Revista ESPACIOS*.
- Ferrari, A., Cachia, R., & Punie, Y. (2009). Innovation and creativity in education and training in the EU member states : Fostering creative learning and supporting innovative teaching. *Literature review on Innovation and Creativity in E & T in the EU Member States (ICEAC)*. European Communities.
- George, D., & Mallery, P. (2019). IBM SPSS Statistics 26 Step by Step. In *IBM SPSS Statistics 26 Step by Step*. <https://doi.org/10.4324/9780429056765>
- Heppner, P. P., & Petersen, C. H. (1982). The development and implications of a personal problem-solving inventory. *Journal of Counseling Psychology*, 29(1), 66–75. <https://doi.org/10.1037//0022-0167.29.1.66>
- Ho, M. (2016). Exploring Writing Anxiety and Self-Efficacy among EFL Graduate Students in Taiwan. *Higher Education Studies*, 6(1), 24. <https://doi.org/10.5539/hes.v6n1p24>
- Johnson, R. B., & Christensen, L. (2017). *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches* (6th edition). SAGE Publications, Inc.
- Kementerian Pelajaran Malaysia. (2012). *Kreativiti dan inovasi: elemen merentas kurikulum dalam KSSR*. <https://dokumen.tips/documents/emk-kreativiti-dan-inovasi.html>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2013). *Malaysia Education Blueprint 2013 - 2025*. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.007>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2014). *Kurikulum Standard Sekolah Rendah*. Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran. <https://www.moe.gov.my/menumedia/media-cetak/penerbitan/dskp-kssr/>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2016). *Buku Penerangan Kurikulum Standard Sekolah Menengah*. https://www.academia.edu/32045741/Buku_Penerangan_KSSM
- Keong, C. S., Yip, M. W., Shu, N., Swee, L., Toh, G. G., & Tai, S. C. (2017). A review of TRIZ and its bene its & challenges in stimulating creativity in problem solving of pre-university students: A TARUC case study. *Journal of Advances in Humanities and Social Sciences*, 3(5), 247–263. <https://doi.org/10.20474/jahss-3.5.2>
- Kiong, T. T., Saïen, S., & Heong, Y. M. (2017). TRIZ : An alternate way to solve problem for student. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(2). <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v7-i2/2658>

- Korkmaz, Ö., Çakir, R., & Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72, 558–569. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005>
- Korucu, A. T., Gencturk, A. T., & Gundogdu, M. M. (2017). Examination of the Computational Thinking Skills of Students. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age (JOLTIDA)*, 2(1), 11–19.
- Masila, A., Aidah, A. K., & Zanaton, I. (2019). Kesahan dan kebolehpercayaan instrumen kemahiran menyelesaikan masalah untuk murid sekolah menengah berdasarkan model pengukuran Rasch (Validity and reliability of problem-solving skill instrument for secondary school pupils based on Rasch assessment mode). *Jurnal Pendidikan Malaysia*, 44(01SI), 3–19. <https://doi.org/10.17576/jpen-2019-44.01si-01>
- McClelland, K., & Grata, L. (2018). A review of the importance of computational thinking in K-12. *The Tenth International Conference on Mobile, Hybrid, and On-Line Learning*, 32–34. IARIA. <https://doi.org/10.1007/s11528-016->
- Mills, G. E., & Gay, L. R. (2019). *Competencies for analysis and application*. Educational Research (Twelfth Ed). Pearson Education, Inc.
- MQA. (2014). *Guidelines to good practices: Assessment of students*. <https://www2.mqa.gov.my/qad/garispanduan/MR%20CIQ%20BI.pdf>
- MQA. (2016). *Advisory note no. 7/2016 . Panduan pendidikan fleksibel dalam penawaran program*. https://www.mqa.gov.my/pv4/bm/pubs_adv_notes.cfm
- MQA. (2017). *Malaysian Qualifications Framework (MQF) Second Edition*. <https://www.mqa.gov.my/pv4/document/mqf/2019/Oct/updated024102019.pdf>
- Noor Desiro, S., Fariza, K., Rohanilah, M., Yogeswary, K., & Nalini, A. M. (2021). Benefits and challenges of applying computational thinking in education. *International Journal of Information and Education Technology*, 11(5), 248–254. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.5.1519>
- Rosen, P. A. (2005). *The effect of personal innovativeness on technology acceptance and use* [Doctoral dissertation. Oklahoma State University]. <https://hdl.handle.net/11244/6811>
- Seo, Y. H., & Kim, J. H. (2016). Analyzing the effects of coding education through pair programming for the computational thinking and creativity of elementary school students. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(46), 1–5. <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i46/107837>
- Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2018). Business intelligence and data analytics. *Pearson Education Limited*. <https://doi.org/10.4324/9781315108537-4>
- Sharma, P., Khanna, R. R., & Bhatnagar, V. (2017). Application of TRIZ framework for resolving security issues in IOT. *Proceeding - IEEE International Conference on Computing, Communication and Automation, ICCCA 2016*, 1182–1186. <https://doi.org/10.1109/CCAA.2016.7813921>
- Simarmata, M. T. A., & Hia, I. J. (2020). The role of personal innovativeness on behavioral intention of Information Technology. *Journal of Economics AndBusiness*, 1(2), 18–29.
- Spreafico, C., & Russo, D. (2016). TRIZ Industrial Case Studies: A Critical Survey. *Procedia CIRP*, 39, 51–56. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.165>
- United Nations. (2019). *Sustainable Development Goal 16: Focus on Public Institutions World Public Sector Report 2019*. <https://publicadministration.un.org/publications/content/PDFs/World%20Public%20Sector%20Report2019.pdf>
- Valachich, J., & Schneider, C. (2016). *System Information Today Managing In The Digital World* (Eighth Edition). Pearson Education Limited.
- Yahaya, B., & Noor Sharliana, M. N. (2011). Faktor-faktor yang mendorong kreativiti di kalangan pelajar, Universiti Teknologi Malaysia. *Journal Educational Psychology and Counseling*, 2, 175–208. <https://doi.org/10.37231/apj.2020.3.2.210>
- Yee, M. H., Abu Bakar, N. H., Sharberi, S. N. M., & Tee, T. K. (2020). Analisis keperluan pembangunan modul Teori Penyelesaian Masalah Inventif (TRIZ) secara pencantasan dalam pembelajaran berasaskan masalah (PBM). *Proceeding of International Conference on Islamic Education (ICEID)*. 6(1).