



APLIKASI KAEDAH INTERPRETIVE STRUCTURAL MODELLING UNTUK PEMBANGUNAN MODEL KEMAHIRAN VISUALISASI MATA PELAJARAN GRAFIK KOMUNIKASI TEKNIKAL

APPLICATION OF INTERPRETIVE STRUCTURAL MODELLING METHOD FOR DEVELOPMENT OF VISUALIZATION SKILLS MODULE FOR TECHNICAL COMMUNICATION GRAPHICS SUBJECT

Zaliza Hanapi^{1*}, Harith Azidin Kamarudin², Rafizah Mohd Zulkifli³, Tang Jing Rui⁴

¹ Department of Engineering Technology, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia
Email: zaliza.hanapi@ftv.upsi.edu.my

² Department of Engineering Technology, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia
Email: P20221000554@siswa.upsi.edu.my

³ Department of Engineering Technology, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia
Email: rafeizah@ftv.upsi.edu.my

⁴ Department of Engineering Technology, Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia
Email: tangjingrui@ftv.upsi.edu.my

* Corresponding Author

Article Info:

Article history:

Received date: 18.06.2025

Revised date: 10.07.2025

Accepted date: 18.08.2025

Published date: 01.10.2025

To cite this document:

Hanapi, Z., Kamarudin, H. A., Zulkifli, R. M., & Tang, J. R. (2025). Aplikasi Kaedah Interpretive Structural Modelling Untuk Pembangunan Model Kemahiran Visualisasi Mata Pelajaran Grafik Komunikasi Teknikal. *International Journal of Modern Education*, 7 (27), 72-85.

Abstrak:

Kemahiran visualisasi memainkan peranan penting dalam pembelajaran mata pelajaran Grafik Komunikasi Teknikal (GKT), khususnya dalam konteks Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET). Walau bagaimanapun, kajian lepas menunjukkan bahawa sebahagian besar pelajar masih menghadapi kesukaran dalam menguasai kemahiran ini, terutamanya dalam menafsir, memanipulasi, dan mengaplikasikan objek dua dimensi kepada bentuk tiga dimensi. Kekangan ini memberi kesan terhadap keberkesanan pengajaran dan pencapaian pelajar dalam bidang teknikal. Justeru, kajian ini dijalankan untuk membangunkan model kemahiran visualisasi yang lebih sistematik dan berstruktur bagi mata pelajaran GKT. Dari segi metodologi, kajian ini menggunakan gabungan *Nominal Group Technique (NGT)* dan *Interpretive Structural Modelling (ISM)*. NGT digunakan untuk mengenal pasti elemen-elemen utama yang menyumbang kepada peningkatan kemahiran visualisasi melalui konsensus pakar, manakala ISM diaplikasikan untuk membentuk model hierarki dengan mengintegrasikan hubungan antara elemen-elemen tersebut. Seramai 7 orang pakar dalam bidang

DOI: 10.35631/IJMOE.727005

This work is licensed under [CC BY 4.0](#)



pendidikan teknikal dan GKT telah terlibat, dan tujuh (7) elemen utama berjaya dikenal pasti serta dipetakan menggunakan perisian ISM. Hasil analisis menunjukkan bahawa elemen-elemen tersebut mempunyai hubungan hierarki yang berbeza dan boleh diagihkan kepada dua kuadran utama berdasarkan tahap kebergantungan dan kekuatan pemacu dalam pembangunan kemahiran visualisasi. Model yang dibangunkan ini memberikan gambaran yang lebih jelas tentang kepentingan relatif setiap elemen, sekali gus menjadi panduan kepada pendidik dalam merancang strategi PdP yang lebih berkesan. Dapatan kajian ini diharap dapat membantu meningkatkan penguasaan visualisasi teknikal pelajar serta menyumbang kepada pengukuhan kurikulum GKT dan inovasi dalam TVET secara keseluruhannya.

Kata Kunci:

Nominal Group Technique, Interpretive Structural Modelling, Kemahiran Visualisasi, Grafik Komunikasi Teknikal, TVET,

Abstract:

Visualization skills play an important role in learning the subject of Technical Communication Graphics (GKT), especially in the context of Technical and Vocational Education and Training (TVET). However, previous studies have shown that most students still face difficulties in mastering this skill, especially in interpreting, manipulating, and applying two-dimensional objects to three-dimensional forms. This constraint affects the effectiveness of teaching and student achievement in the technical field. Therefore, this study was conducted to develop a more systematic and structured visualization skills model for the GKT subject. In terms of methodology, this study used a combination of Nominal Group Technique (NGT) and Interpretive Structural Modeling (ISM). NGT was used to identify the main elements that contribute to the improvement of visualization skills through expert consensus, while ISM was applied to form a hierarchical model by integrating the relationships between these elements. A total of 7 experts in the fields of technical education and GKT were involved, and seven (7) main elements were successfully identified and mapped using ISM software. The results of the analysis show that these elements have different hierarchical relationships and can be divided into two main quadrants based on the level of dependency and driving force in the development of visualization skills. This developed model provides a clearer picture of the relative importance of each element, thus serving as a guide for educators in planning more effective PdP strategies. The findings of this study are hoped to help improve students' mastery of technical visualization and contribute to strengthening the GKT curriculum and innovation in TVET as a whole.

Keywords:

Nominal Group Technique, Interpretive Structural Modelling, Visualization Skills, Technical Communication Graphics, TVET,

Pengenalan

Secara umumnya, GKT (Grafik Komunikasi Teknikal) ialah mata pelajaran elektif dalam kurikulum STEM (Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik). Walau bagaimanapun, ia terletak di bawah Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET), yang merupakan komponen pendidikan STEM. Klasifikasi ini sama dengan mata pelajaran STEM elektif lain seperti Lukisan Kejuruteraan, Pengajian Kejuruteraan Awam, Pengajian Kejuruteraan

Mekanikal, dan sebagainya. Ini boleh dibuktikan melalui Dokumen Penyelarasan Kurikulum KSSM versi 2.0, di mana mata pelajaran berkaitan dibangunkan oleh Bahagian TVET (KPM, 2021). Manakala Dokumen Penyelarasan Kurikulum bagi mata pelajaran lain disediakan oleh Bahagian Pembangunan Kurikulum.

Kemahiran visualisasi merupakan aspek penting dalam pembelajaran mata pelajaran Grafik Komunikasi Teknikal (GKT), terutama dalam konteks Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET). Kemahiran ini membantu pelajar memahami dan mentafsir maklumat grafik dengan lebih berkesan, seterusnya meningkatkan keupayaan mereka dalam penghasilan lukisan teknikal yang tepat. Di Malaysia, pendidikan berasaskan bidang teknikal kejuruteraan semakin menekankan pentingnya kemahiran ini, yang bertujuan untuk mempersiapkan pelajar menghadapi keperluan dan cabaran yang kompleks dalam industri yang sentiasa berubah. Namun, kajian menunjukkan bahawa tahap kemahiran visualisasi di kalangan pelajar kejuruteraan di Malaysia masih perlu ditingkatkan, terutamanya dalam konteks mengendalikan model 3D, lukisan teknikal, serta pemahaman konsep kejuruteraan yang kompleks (Ali et al., 2024).

Satu kajian yang menemubual pelajar kejuruteraan mendapati bahawa mereka menghadapi kesulitan dalam penggambaran visual dan pemanipulasian objek dalam ruang tiga dimensi, yang sangat penting dalam bidang seperti kejuruteraan dan teknikal (Yaacob et al., 2021). Keterbatasan dalam kemahiran ini bukan sahaja menjejaskan prestasi akademik tetapi juga menghalang kemampuan mereka untuk bekerja secara efektif dalam pasukan multidisiplin di industri yang memerlukan penyelesaian inovatif dan kritikal terhadap masalah lebih lanjut (Lin et al., 2022). Di luar Malaysia, masalah ini juga dikesan di negara lain di mana pendidikan teknikal dan kejuruteraan berusaha untuk menyelaraskan kemahiran yang diperlukan dengan keperluan industri (Ji et al., 2024).

Masalah kemahiran visualisasi ini semakin ketara apabila melihat kepada prestasi pelajar yang tidak memenuhi standard yang diharapkan dalam bidang pendidikan, khususnya dalam subjek matematik yang berkaitan dengan asas untuk menguasai mata pelajaran Grafik Komunikasi Teknikal. Contohnya, kajian menunjukkan bahawa kemahiran visualisasi yang rendah dapat menjejaskan kemampuan pelajar untuk menyelesaikan masalah matematik, seterusnya mempengaruhi keputusan akademik mereka (Shah et al., 2021). Menurut Zuraida dan Mohamed, satu kajian terhadap pelajar pra-universiti di Malaysia menunjukkan bahawa tahap kemahiran literasi visual mereka perlu diperbaiki agar lebih berkesan dalam mata pelajaran matematik (Zuraida & Mohamed, 2024). Ini menunjukkan adanya keperluan mendesak untuk membangunkan model kemahiran ini melalui pendekatan yang sistematik dalam pendidikan.

Dalam konteks luar negara, kekurangan kemahiran visualisasi di kalangan pelajar kejuruteraan bukanlah fenomena baharu. Kajian menunjukkan bahawa kemahiran visualisasi yang rendah berkorelasi dengan prestasi akademik yang lemah dalam kursus-kursus teknikal, yang seterusnya mengurangkan kebolehpasaran graduan dalam bidang kejuruteraan (Ji et al., 2024; Park et al., 2022). Sebagai contoh, kajian di beberapa universiti di Eropah mengesahkan bahawa peningkatan kemahiran visualisasi melalui latihan yang berfokus dapat meningkatkan pemahaman pelajar terhadap konsep teknikal (Sawant et al., 2023). Walau bagaimanapun, terdapat cabaran dalam menentukan elemen utama yang menyumbang kepada pembangunan kemahiran visualisasi dalam kalangan pelajar. Oleh itu, kajian ini bertujuan membangunkan

model kemahiran visualisasi dengan menggunakan pendekatan Nominal Group Technique (NGT) dan Interpretive Structural Modelling (ISM).

NGT digunakan untuk mengenal pasti elemen utama yang menyumbang kepada peningkatan kemahiran visualisasi melalui sesi perbincangan kumpulan pakar. Seterusnya, ISM digunakan untuk menganalisis dan membina model hierarki yang menggambarkan hubungan antara elemen-elemen tersebut. Kajian ini diharapkan dapat memberikan panduan kepada pendidik dalam merangka strategi pengajaran yang lebih berkesan untuk meningkatkan pemahaman pelajar dalam mata pelajaran Grafik Komunikasi Teknikal.

Kajian Literatur

Visualisasi berperanan penting dalam konteks mata pelajaran Grafik Komunikasi Teknikal (GKT) dan Pendidikan Teknikal dan Vokasional (TVET). Dalam GKT, kemahiran visualisasi merupakan keupayaan mental untuk memanipulasi bentuk dua dimensi (2D) dan tiga dimensi (3D), dan ia sangat penting dalam subjek Grafik Komunikasi Teknikal (GKT), khususnya dalam konteks Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional (TVET). Kemahiran ini menjadi asas kepada kefahaman lukisan teknikal, kebolehan mentafsir pandangan ortografik, dan keberkesanan penggunaan perisian seperti Computer-Aided Design (CAD). Hal ini selaras dengan penelitian Haikal et al. yang menekankan bahawa visualisasi dapat meningkatkan pemahaman pelajar terhadap situasi krisis melalui pemahaman informasi yang jelas dan terstruktur (Haikal et al., 2021). Selain itu, visualisasi dalam konteks pembelajaran juga berfungsi untuk merangsang kreativiti dan inovasi, menjadikan proses pembelajaran lebih efektif dan cara untuk menambah nilai dalam pendidikan (Fitri et al., 2023).

Penguasaan visualisasi dalam kalangan pelajar khususnya dalam pendidikan vokasional dan teknikal (TVET) menghadapi pelbagai cabaran yang memerlukan perhatian dalam pengajian pendidikan. Mengenal pasti dan memahami cabaran ini adalah penting supaya langkah yang berkesan dapat diambil untuk meningkatkan kemahiran visualisasi pelajar. Salah satu cabaran utama ialah kelemahan dalam memahami konsep yang berkaitan dengan visualisasi. Ini menunjukkan keperluan serius untuk mengukuhkan persediaan awal pendidik TVET dalam menyampaikan visualisasi teknikal dengan berkesan. Dalam kajian kuantitatif antarabangsa, Marmissa Omar et al (2024) didapati majoriti guru pelatih (*trainee teacher*) dalam program TVET menunjukkan tahap penguasaan visualisasi antara rendah hingga sederhana. Siasatan oleh Aziz et al. (2020) menunjukkan pengurusan masa yang tidak berkesan dan kekurangan bimbingan dalam menangani tekanan akademik turut memberi kesan kepada pembelajaran visualisasi. Pelajar yang tidak menguasai pengurusan masa mungkin menghadapi kesukaran untuk mengikuti kursus yang melibatkan pembelajaran yang mendalam dan kompleks dalam bidang teknikal (Judan et al., 2022). Cabaran lain termasuk pengaruh teknik pengajaran berat sebelah dan kurang inovatif dalam sesi kuliah (Nor & Ismail, 2024). Penyelidikan mendapati sesi pembelajaran yang tidak menarik boleh mengakibatkan pelajar berasa bosan dan kurang terlibat, seterusnya mengurangkan keberkesanan penguasaan visualisasi mereka (Karimon et al., 2024).

Integrasi elemen-elemen yang menyeronokkan seperti teknologi visual seperti Computer-Aided Design (CAD) dan Augmented Reality (AR) dengan pendekatan berstruktur Nominal Group Technique (NGT) dan Interpretive Structural Modeling (ISM) menawarkan nilai tambah yang signifikan dalam pembentukan model kemahiran visualisasi. Melalui NGT, elemen kritikal dikenal pasti secara sistematik berdasarkan konsensus pakar, manakala ISM digunakan

untuk memetakan hubungan hierarki antara elemen-elemen tersebut (Khadilkar & Al, 2020; Sushil, 2012). Dalam konteks ini, CAD dan AR bertindak sebagai pemangkin penting, bukan sahaja untuk menguji serta memvalidasi model, tetapi juga sebagai alat pedagogi berkesan bagi melatih kemahiran visualisasi spatial pelajar (Chen et al., 2021). Sebagai contoh, model 3D interaktif dan overlay hologram membolehkan pelajar memanipulasi objek abstrak secara langsung, menyokong elemen mental rotation dan spatial relation (Dinis et al., 2017). Justeru, gabungan metodologi berstruktur dan teknologi visual ini membentuk kerangka komprehensif bagi pengajaran, pembelajaran, dan penilaian kemahiran visualisasi teknikal.

Tinjauan literatur menunjukkan terdapat jurang kajian yang ketara dalam pembangunan model kemahiran visualisasi dalam mata pelajaran Grafik Komunikasi Teknikal (GKT) dan Pendidikan Teknikal dan Vokasional (TVET). Terdapat tiga aspek utama yang masih lemah iaitu: (1) pemahaman penuh tentang hubungan antara elemen visualisasi, (2) model hierarki yang menerangkan peranan relatif setiap elemen, dan (3) penggunaan metodologi konsensus struktur, seperti gabungan NGT dan ISM. Tambahan pula, kajian Nurmadiyah (2016) menunjukkan peranan penting kurikulum dalam mencapai objektif pendidikan, tetapi tidak membincangkan bagaimana elemen visualisasi dan metodologi pembelajaran berkaitan dalam konteks mata pelajaran GKT. Oleh itu, kajian ini menunjukkan keperluan untuk memberi tumpuan kepada aspek interaksi antara kaedah visualisasi dan elemen yang saling menguatkan antara satu sama lain.

Metodologi

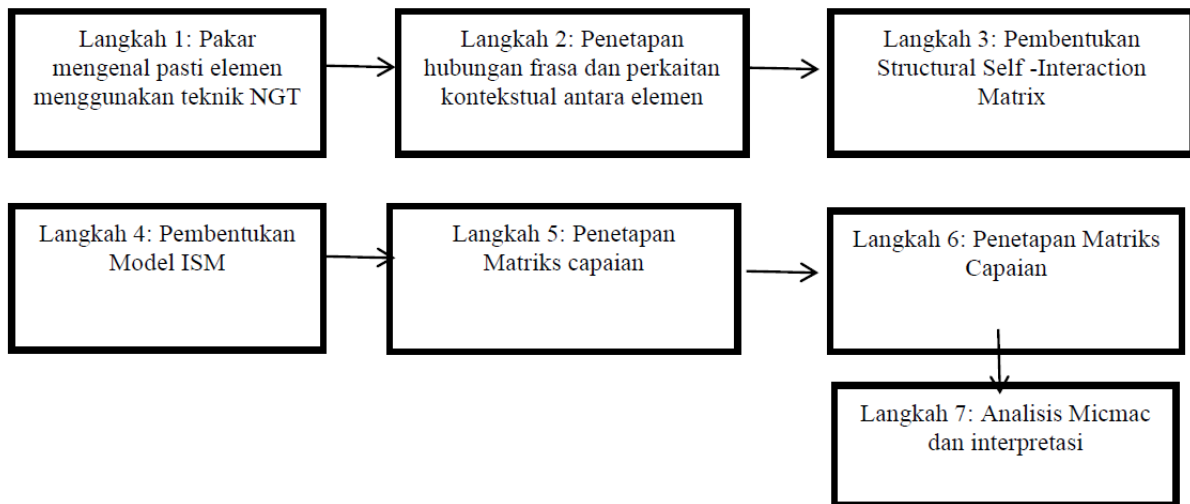
Sampel Kajian

Sampel kajian terdiri daripada 7 orang panel pakar yang mempunyai bidang yang luas dalam bidang pendidikan di mana mereka terlibat secara langsung dalam bahagian pendidikan TVET. Kriteria pemilihan pakar adalah berdasarkan empat kriteria, iaitu pensyarah universiti awam, pensyarah IPG, pegawai SISC+ TVET dan guru pakar mata pelajaran Grafik Komunikasi Teknikal.

Kaedah Kajian

Fokus kajian ini adalah untuk membangunkan satu model kemahiran visualisasi dengan menggunakan kaedah Interpretive Structural modeling (ISM). ISM adalah satu proses berpanduan komputer yang melibatkan pakar dalam bidang tertentu untuk mengenal pasti elemen dan hubungan antara elemen bagi mentakrifkan sesuatu masalah atau menghasilkan satu model (Warfield, 1976).

Kaedah ISM melibatkan langkah-langkah ditunjukkan seperti dalam Rajah 1 berikut:



Rajah 1: Carta Aliran Pembangunan Model Kemahiran Visualisasi Melalui Pendekatan ISM

Pendekatan ISM yang diaplikasikan dalam kajian ini adalah untuk membantu sekumpulan panel pakar mencapai kesepakatan dalam mendapatkan hubungan antara elemen utama untuk meningkatkan Kemahiran visualisasi. Peringkat-peringkat yang menjadi asas kepada pembangunan model kemahiran visualisasi ini adalah seperti berikut:

Mengenal Pasti Elemen Yang Berkaitan Dengan Masalah

Nominal Group Technique (NGT) digunakan untuk mengesan elemen utama yang diperlukan untuk pembinaan model. Satu senarai semak yang mengandungi senarai elemen disediakan untuk dibincangkan oleh pakar semasa proses NGT. Para pakar boleh sama ada bersetuju atau tidak bersetuju dengan senarai elemen utama untuk meningkatkan kemahiran visualisasi yang telah disenaraikan. Para pakar juga digalakkan untuk memberi cadangan dan idea tambahan yang didapati tidak ada dalam senarai. Pada peringkat akhir NGT, setiap pakar diberikan senarai akhir yang membolehkan mereka memilih dengan meletakkan nombor pada elemen berdasarkan kepada kedudukan dan kepentingan elemen tersebut. Nombor penetapan kedudukan yang diberikan oleh para pakar akan dikumpulkan untuk mendapatkan nilai keutamaan pada setiap elemen yang senaraikan.

Penetapan Hubungan Frasa Dan Perkaitan Kontekstual Antara Elemen

Hubungan kontekstual ditakrifkan sebagai matlamat yang perlu dicapai dengan menempuhi segala syarat batasan atau sempadan. Dalam erti kata yang lain, mewujudkan hubungan kontekstual bagaimana elemen-elemen akan dijana dan digabungkan antara satu sama lain. Dalam konteks kajian ini, frasa kontekstual dan frasa hubungan telah ditentukan melalui pendapat pakar mengenai bagaimana aktiviti dihubungkan. Hasilnya, frasa yang bersesuaian dengan konteks kajian ini adalah seperti berikut :

Dalam erti kata yang lain, Mewujudkan hubungan kontekstual bagaimana elemen-elemen akan dijana dan digabungkan antara satu sama lain. Dalam konteks kajian ini, frasa kontekstual dan frasa hubungan telah ditentukan melalui pendapat pakar mengenai bagaimana aktiviti

dihubungkan. Hasilnya, frasa yang bersesuaian dengan konteks kajian ini adalah seperti berikut:

Frasa Hubungan :

Bagi penerapan elemen utama dalam mata pelajaran GKT elemen mesti menjadi keutamaan berbanding

Frasa Kontekstual :

elemen untuk meningkatkan kemahiran visualisasi

Pembentukan Structural Self Interaction Matrix (SSIM). Matrik ini bertujuan untuk menunjukkan perkaitan antara elemen dan dilakukan dengan bantuan perisian ISM. Setiap elemen dipasangkan dan dipaparkan supaya para pakar dapat membuat undian berdasarkan kepada perkaitan hubungan. Proses ini akan berulang sehingga semua elemen dipasangkan. Terdapat empat simbol yang digunakan untuk menunjukkan arah hubungan antara dua elemen (Ahmad et al., 2021)

V → pembolehubah baris mempengaruhi pembolehubah lajur yang sepadan

A → pembolehubah baris dipengaruhi oleh pembolehubah lajur yang sepadan

X → baris dan lajur yang sepadan saling mempengaruhi antara satu sama lain

O → pembolehubah baris dan lajur yang sesuai tidak mempunyai hubungan

Pembentukan Model ISM

Pembinaan model ISM. Model ini dihasilkan setelah proses penetapan pasangan semua elemen selesai dijalankan.

Penetapan Matriks Capaian

Langkah ini bertujuan untuk mengenal pasti *driving power* dan *dependent power* untuk setiap elemen yang ditunjukkan dalam Jadual 1.

Pengelasan Aktiviti berdasarkan Analisis MICMAC (Matrice d'Impacts Croises Multiplication Applique a Classment)

Menurut Mandal dan Deshmukh (1984), Analisis Micmac dilakukan untuk menganalisis kuasa pemanduan (*driving power*) dan kebergantungan (*dependency*) setiap elemen atau pembolehubah. Kuasa pemandu dan pergantungan setiap elemen kemudiannya boleh digunakan untuk membina gambah rajah pemandu- kebergantungan kepada empat kluster, iaitu kluster autonomi, kluster bebas, kluster bergantung dan kluster hubungan (Attri et al., 2013) seperti dalam Rajah 2.

Analisis Dan Taksiran Elemen

Data akan dapat dianalisa dan diinterpretasikan berdasarkan kepada kepentingan dan keutamaan elemen.

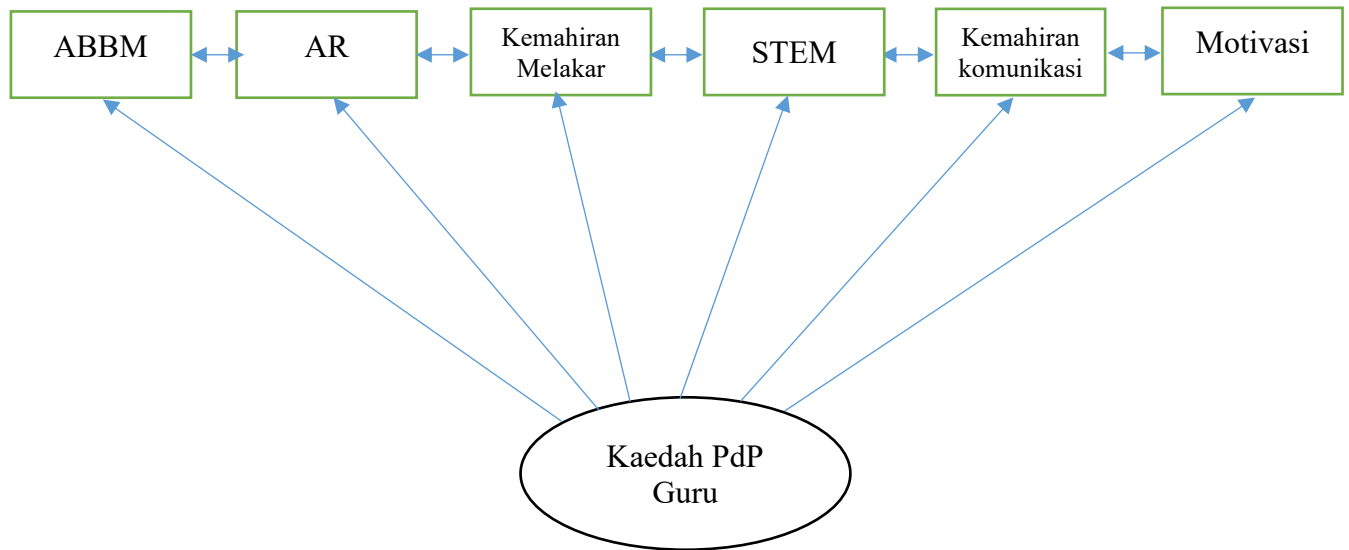
Dapatan Kajian

Dapatan hasil daripada NGT ini adalah persepakatan di kalangan para pakar tentang senarai elemen utama yang sesuai dalam pembinaan model kemahiran visualisasi. Jadual 1 menunjukkan kedudukan dan keutamaan elemen berdasarkan keputusan undian panel pakar secara individu.

Jadual 1: Dapatan Daripada NGT Keutamaan Elemen Utama Untuk Meningkatkan Kemahiran Visualisasi

Bil.	Elemen	Pakar							Jumlah	Rank
		1	2	3	4	5	6	7		
1	Kaedah Pengajaran dan Pembelajaran Guru	6	7	7	6	6	7	7	46	1
2	Alat Bahan Bantu Mengajar (ABBM)	6	6	6	7	6	7	6	44	2
3	Augmented Reality (AR)	6	6	5	7	6	6	6	42	3
4	Kemahiran Melakar	5	7	5	6	6	6	6	41	4
5	Kemahiran STEM	5	6	6	5	6	5	7	40	5
6	Kemahiran Komunikasi	6	5	5	6	6	6	6	40	5
7	Motivasi	6	5	5	4	6	6	6	38	6

Berdasarkan Jadual 1, keputusan yang diperolehi daripada proses NGT menunjukkan bahawa semua 7 elemen utama telah dipersetujui dalam pembinaan model kemahiran visualisasi. *Kaedah Pengajaran dan Pembelajaran Guru* menjadi elemen utama kerana ia mempengaruhi keberkesanan elemen lain. *Alat Bahan Bantu Mengajar (ABBM)* dan *Augmented Reality (AR)* membantu meningkatkan pemahaman konsep visual pelajar. *Kemahiran melakar* dan *STEM* menyokong aspek teknikal dalam GKT, manakala *Kemahiran komunikasi* penting untuk pelajar menyampaikan idea teknikal dengan berkesan. *Motivasi* pula memainkan peranan dalam meningkatkan minat dan keterlibatan pelajar. Semua elemen ini saling berkaitan dalam membentuk kemahiran visualisasi yang lebih baik dalam PdP GKT.



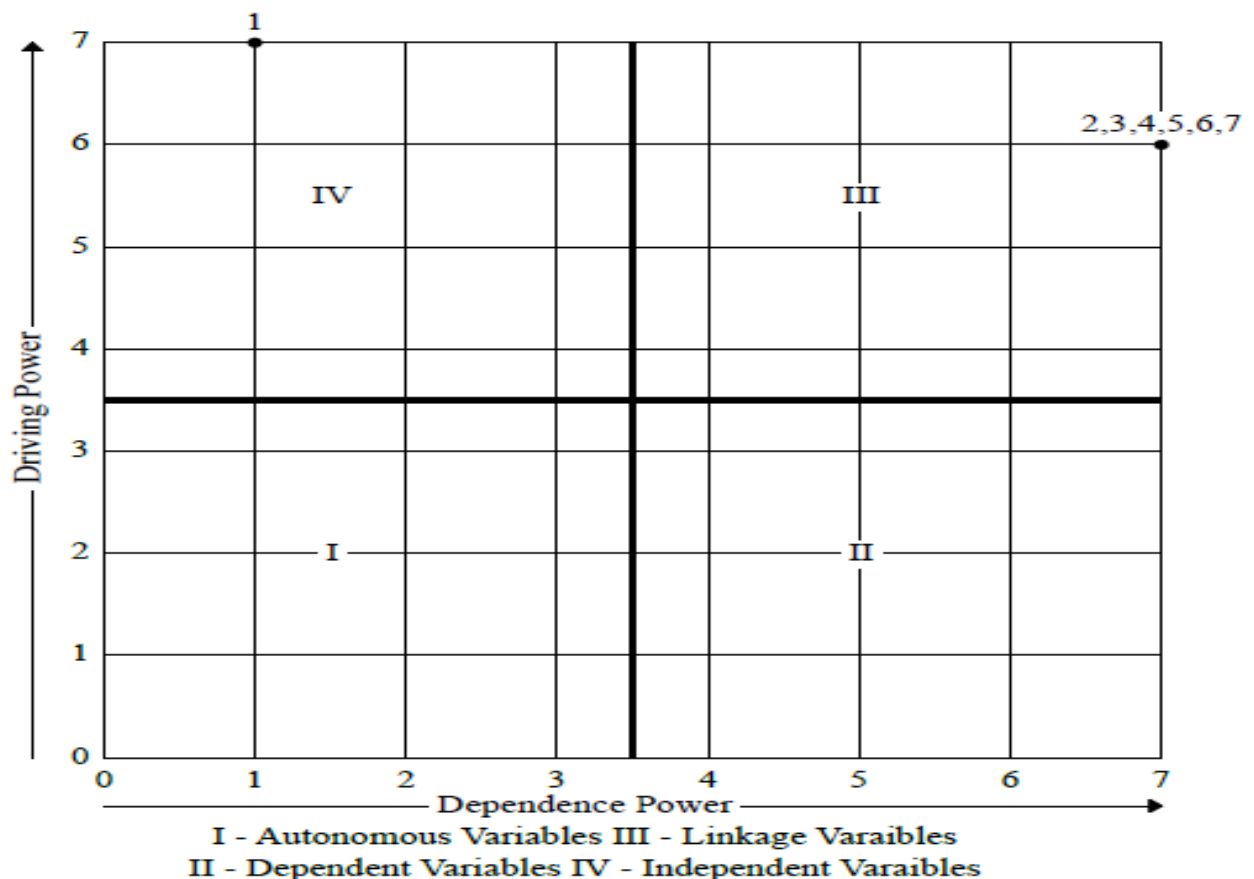
Rajah 1: Model Kemahiran visualisasi mata pelajaran GKT melalui pendekatan ISM

Setelah langkah NGT, Model Kemahiran visualisasi dibangunkan dengan bantuan perisian komputer ISM seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Berdasarkan Rajah 1, *Kaedah PdP Guru* sebagai elemen utama berada di tahap dasar, yang bermaksud ia dipengaruhi oleh beberapa faktor lain. Enam elemen utama iaitu ABBM, AR, Kemahiran Melakar, STEM, Kemahiran Komunikasi dan Motivasi merupakan faktor yang mempengaruhi keberkesanan PdP guru. Arah anak panah menunjukkan aliran pengaruh, di mana elemen-elemen ini saling menyokong dan membentuk pendekatan untuk PdP. ABBM, AR, Kemahiran Melakar dan STEM berperanan sebagai faktor utama dalam meningkatkan keberkesanan pengajaran, manakala Motivasi dan Kemahiran Komunikasi bergantung kepada faktor lain untuk menyokong pembelajaran. Melalui ISM, hubungan hierarki antara elemen boleh dikenalpasti untuk menentukan keutamaan dalam strategi pengajaran. Ini membantu membangunkan pendekatan PdP yang lebih sistematik dan berkesan dalam meningkatkan kemahiran visualisasi pelajar khususnya dalam mata pelajaran GKT.

Jadual 2: Matrik Capaian

Variable	1	2	3	4	5	6	7	Driving Power
Kaedah Pengajaran dan Pembelajaran Guru	1	1	1	1	1	1	1	7
Alat Bahan Bantu Mengajar (ABBM)	0	1	1	1	1	1	1	6
Augmented Reality (AR)	0	1	1	1	1	1	1	6
Kemahiran Melakar	0	1	1	1	1	1	1	6
Kemahiran STEM	0	1	1	1	1	1	1	6
Kemahiran Komunikasi	0	1	1	1	1	1	1	6
Motivasi	0	1	1	1	1	1	1	6
Dependence Power	1	7	7	7	7	7	7	

Selepas model dihasilkan, matriks capaian ditentukan seperti dalam Jadual 2 supaya elemen utama dapat diklasifikasikan kepada 4 kluster berbeza iaitu aktiviti *Autonomous*, aktiviti *Dependent*, aktiviti *Linkage* dan aktiviti *Independent*. Proses pengklasifikasian ini dilakukan berdasarkan nilai *Driving power* dan *Dependent power* seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.



Rajah 2: Analisis MICMAC

Berdasarkan kepada Analisis Micmac, Rajah 2 menunjukkan *Kaedah PdP Guru* merupakan elemen dalam Quadrant IV (*Independent Variables*) yang mana elemen utama PdP guru boleh dianggap sebagai faktor penggerak. Oleh itu, elemen *Kaedah PdP Guru* merupakan kuasa pemandu tinggi tetapi kebergantungan rendah, yang berfungsi sebagai faktor utama dalam sistem kerana ia mempengaruhi banyak elemen lain. Elemen dalam Quadrant III (*Linkage Variables*) seperti *Augmented Reality (AR)*, *ABBM*, *Kemahiran Melakar*, *STEM*, *Kemahiran Komunikasi* dan *Motivasi* memainkan peranan kritikal kerana ia boleh berubah-ubah bergantung kepada sistem yang diterapkan. Elemen ini turut mempunyai kuasa pemandu dan kebergantungan yang tinggi, menunjukkan sifat dinamik dan memerlukan kawalan kerana sebarang perubahan akan memberi kesan besar. Tiada elemen dapat diklasifikasikan dalam Quadrant I dan II. Maka, analisis MICMAC membantu mengenal pasti faktor utama dalam pembentukan model kemahiran visualisasi bagi Grafik Komunikasi Teknikal (GKT) dan memberi cadangan untuk pengukuhan elemen yang berpengaruh tinggi.

Perbincangan

Hasil kajian menunjukkan klasifikasi elemen utama yang sesuai untuk dimasukkan ke dalam modul Kemahiran visualisasi. Pakar bersetuju bahawa 7 elemen utama akan diintegrasikan ke dalam modul Kemahiran visualisasi. Menurut Analisis Micmac, 7 aktiviti tersebut dapat dipisahkan menjadi 2 kelompok merangkumi elemen bebas (*Independent*) dan elemen yang berhubungan (*Linkage*). Elemen bebas Kaedah PdP Guru iaitu mesti dilakukan dengan berkesan dan efektif oleh kerana ia sangat mempengaruhi elemen-elemen hubungan. ABBM dan AR bertindak sebagai pemacu utama dalam menyokong pengajaran yang lebih berkesan melalui penggunaan teknologi dan bahan bantu mengajar interaktif. Kemahiran Melakar dan STEM pula memainkan peranan penting dalam membangunkan kemahiran teknikal pelajar. Kemahiran Komunikasi dan Motivasi bergantung kepada faktor lain untuk meningkatkan keyakinan dan minat pelajar dalam pembelajaran.

Ini sejajar dengan literatur Dokuchayeva et al. (2020) menekankan kepentingan sistem pedagogi inovatif berasaskan pendekatan pelbagai bidang untuk meningkatkan keberkesanan PdP dalam pendidikan tinggi. Watkins et al. (2020) pula menyatakan bahawa pemahaman mendalam terhadap reka bentuk pendidikan membantu guru menyelaraskan pengajaran dengan pemikiran pelajar. Byvalkevych et al. (2020) mengenal pasti keperluan pedagogi untuk membangunkan kreativiti teknikal dalam pendidikan kejuruteraan seterusnya menyokong kemahiran visualisasi pelajar. Kajian oleh Zainuddin et al. (2023) menunjukkan bahawa teknologi Augmented Reality (AR) dapat meningkatkan kemahiran visualisasi dan penglibatan pelajar dalam pendidikan teknikal dan kejuruteraan. Kajian ini disokong oleh Sivakumar et al. (2024) membuktikan bahawa AR dapat membantu pelajar memahami grafik matematik 3D dengan lebih jelas. Secara keseluruhannya, penerapan alat bahan bantu mengajar (ABBM) dan teknologi Augmented Reality dalam pendidikan teknikal dan kejuruteraan terbukti meningkatkan kemahiran visualisasi pelajar yang membawa kepada pemahaman yang lebih mendalam dan penglibatan yang lebih tinggi dalam proses pengajaran dan pembelajaran (PdP).

Selain itu, aspek kemahiran melakar adalah asas dalam pendidikan teknikal dan kejuruteraan, bagi membolehkan pelajar menggambarkan dan menghasilkan idea secara visual (Zainuddin et al., 2023). Pendekatan STEM meningkatkan penglibatan pelajar dengan memahami konsep kompleks melalui pengalaman praktikal (Chew & Ismail, 2020). Kemahiran komunikasi juga penting dalam menyampaikan reka bentuk dan konsep teknikal secara jelas (Yusri et al., 2023). Selain itu, motivasi memainkan peranan dalam meningkatkan kemahiran visualisasi, di mana pelajar yang bermotivasi lebih komited dalam latihan melakar (Sivakumar et al., 2024). Gabungan elemen penyokong seperti kemahiran melakar, pendekatan STEM, komunikasi dan motivasi dalam model perlu diberi tumpuan dalam pendidikan teknikal bagi mempersiapkan pelajar menghadapi cabaran industri.

Kesimpulan

Kesimpulannya, kajian ini berjaya membangunkan model kemahiran visualisasi bagi mata pelajaran Grafik Komunikasi Teknikal (GKT) dalam rangka kerja TVET menggunakan kaedah Nominal Group Technique (NGT) dan Interpretive Structural Modeling (ISM). Pengenalpastian tujuh elemen utama iaitu Kaedah Pengajaran dan Pembelajaran, Bahan Bantu Mengajar (ABBM), Argumented Realty (AR), Kemahiran Melukis, Kemahiran STEM, Kemahiran Komunikasi dan Motivasi menunjukkan peranan kritikalnya dalam meningkatkan kebolehan visualisasi pelajar. Analisis ISM seterusnya mendedahkan struktur hierarki dan saling bergantung antara elemen ini, memberikan pemahaman yang lebih jelas tentang

pengaruhnya. Penemuan ini menawarkan pandangan berharga untuk pendidik dan pembangun kurikulum untuk meningkatkan strategi pengajaran dalam mata pelajaran Grafik Komunikasi Teknikal seterusnya meningkatkan kemahiran visualisasi pelajar dalam pendidikan teknikal dan kejuruteraan.

Penghargaan

Artikel ini merupakan sebahagian dari kajian penyelidikan yang bertajuk “Pembangunan Model Kemahiran Visualisasi Mata Pelajaran Grafik Komunikasi Teknikal Berasaskan Elemen Keseronokan di Sekolah Menengah” yang dilaksanakan oleh pengkaji di bawah seliaan Fakulti Pendidikan Teknikal dan Vokasional, Universiti Pendidikan Sultan Idris. Kajian ini telah ditaja oleh Bahagian Tajaan Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia melalui program Hadiah Latihan Persekutuan (HLP).

Rujukan

- Ahmad, Naim, And Ayman Qahmash. 2021. "SmartISM: Implementation And Assessment of Interpretive Structural Modeling" *Sustainability* 13, no. 16: 8801. <https://doi.org/10.3390/su13168801>
- Ali, D. F., Ahmad, A. R., Wahab, N. A., Kamaruzaman, N., & Omar, M. (2024). Enhancing visualization skills in engineering education using virtual and augmented reality environment. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 13(4). <https://doi.org/10.6007/ijarped/v13-i4/23803>
- Attri, R., Dev, N., & Sharma, V. (2013). Interpretive structural modelling (ISM) approach: an overview. *Research Journal of Management Sciences*, 2319(2), 1171.
- Aziz, A. R., Shafie, A. A. H., Lee, U. H. M. S., & Ashaari, R. N. S. R. (2020). Strategi pembangunan aspek kesejahteraan sendiri bagi mendepani tekanan akademik semasa wabak covid-19. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 5(12), 16-30. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v5i12.594>
- Byvalkevych, L., Yefremova, O. P., & Hryshchenko, S. (2020). Developing technical creativity in future engineering educators. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*, 12(1), 162-175. <https://doi.org/10.18662/rrem/206>
- Chew, F. P. and Ismail, M. F. (2020). Pelaksanaan pendekatan bermain dalam pengajaran dan pembelajaran bahasa melayu murid prasekolah. *Jurnal Pendidikan Awal Kanak-Kanak Kebangsaan*, 9(1), 14-25. <https://doi.org/10.37134/jpak.vol9.1.2.2020>
- Dinis, F. M., Guimarães, A. S., Carvalho, B. R., & Martins, J. P. P. (2017). Developing spatial skills in engineering students: A study based on serious games and augmented reality. In *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 171-176). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2017.7942842>
- Dokuchayeva, B., Sbitnieva, L., Хамитов, H., Chystiak, D. O., & Маланюк, H. (2020). Design of innovative pedagogical systems on interdisciplinary basis. *International Journal of Higher Education*, 9(7), 267. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v9n7p267>
- Fitri, E., Putra, J. L., Raharjo, M., & Pangesti, W. E. (2023). Pelatihan desain grafis menggunakan adobe illustrator pada panti asuhan adinda cengkareng. *Al-Ijtima': Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 138-150. <https://doi.org/10.53515/aijpkm.v4i1.91>
- Haikal, D. F., Hijri, Y. S., & Kamil, M. (2021). Penanggualangan bencana melalui program sekolah pendidikan aman bencana (spab) di kota malang. *Jurnal Ilmiah Tata Sejuta STIA Mataram*, 7(1), 86-108. <https://doi.org/10.32666/tatasejuta.v7i1.195>

- Huang, H. Y., Lin, Y. C. D., Cui, S., Huang, Y., Tang, Y., Xu, J., ... & Huang, H. D. (2022). miRTarBase update 2022: an informative resource for experimentally validated miRNA–target interactions. *Nucleic acids research*, 50(D1), D222-D230.
- Ji, M., Le, J., Chen, B., & Li, Z. (2024). A predictive model for classifying college students' academic performance based on visual-spatial skills. *Frontiers in Psychology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1434015>
- Judan, M. H. M., Awang, M. M., & Othman, N. (2022). Isu dan cabaran pelajar atlet dalam mengimbangi pencapaian akademik dan sukan. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 7(8), e001682. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v7i8.1682>
- Lin, C.-H., Chen, C.-M., & Chuang, Y.-T. (2022). The Impact of Spatial Visualization on Students' Performance in Interdisciplinary Projects: A Study of Engineering and Design Education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 23(4), 45-59.
- Karimon, J., Rahim, F. A., & Alezender, S. (2024). Capaian talian terhad: tinjauan faktor pengukuhan motivasi pelajar di pedalaman sabah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 9(6), e002871. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v9i6.2871>
- Kementerian Pelajaran Malaysia (2018). DSKP KSSM Tingkatan 5 Grafik Komunikasi Teknikal - BPK Melalui capaian internet pada 25 Oktober 2021: <http://bpk.moe.gov.my>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2021). Kurikulum standard sekolah menengah: Dokumen penjajaran kurikulum: Grafik Komunikasi Teknikal (Edisi ke-2). Bahagian Pendidikan dan Latihan Teknikal dan Vokasional, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Khadilkar, H., Ganu, T., & Seetharam, D. P. (2020). Optimising lockdown policies for epidemic control using reinforcement learning: An AI-driven control approach compatible with existing disease and network models. *Transactions of the Indian National Academy of Engineering*, 5(2), 129-132.
- Kim, S., Chen, J., Cheng, T., Gindulyte, A., He, J., He, S., ... & Bolton, E. E. (2021). PubChem in 2021: new data content and improved web interfaces. *Nucleic acids research*, 49(D1), D1388-D1395.
- leadership self-efficacy. *International Journal of Educational Methodology*, 8(1), 69-80. <https://doi.org/10.12973/ijem.8.1.69>
- Mandal, A & Deshmukh, S. (1994). Vendor Selection Using Interpretive Structural Modelling (ISM). *International Journal of Operations and Production Management*, 14(6), 52–59.
- Marmissa Omar, N., Rahmat, N. H., & Hussin, S. (2024). Visualization skills among TVET first-year pre-service teachers. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 14(6), 456–471. <https://hrmars.com/index.php/IJARBSS/article/view/20086>
- Nor, S. N. M. and Ismail, N. (2024). Cabaran kepimpinan institusi tvet dalam kepimpinan 4.0 dan dunia vuca: sorotan literatur. *Journal of TVET and Technology Review*, 2(1). <https://doi.org/10.30880/jttr.2024.02.01.005>
- Nurmadiyah, N. (2016). Kurikulum pendidikan agama islam. *Al-Afkar : Jurnal Keislaman & Peradaban*, 2(2). <https://doi.org/10.28944/afkar.v2i2.93>
- Park, J. J., Handley, M., Lang, D., & Erdman, M. A. (2022). Engineering leadership development: contribution of professional skills to engineering undergraduate students'
- Sawant, S. N., Ghatage, P. S., & Patil, S. K. (2023). An attempt to enhance the visualization, imagination and drawing skill of freshman engineering students through problem based

- learning approach. *Journal of Engineering Education Transformations*, 36(S2), 106-110. <https://doi.org/10.16920/jeet/2023/v36is2/23015>
- Shah, M. N., Anjum, F., Chand, S., & Tabassum, P. D. R. (2021). Enhancing mathematical word problem solving skills: using bar model visualization technique. *International Research Journal of Education and Innovation*, 2(3), 119-128. [https://doi.org/10.53575/irjei.v2.03\(21\)11.119-128](https://doi.org/10.53575/irjei.v2.03(21)11.119-128)
- Sivakumar, R., Awang, M., & Othman, N. (2024). Pengetahuan, kemahiran dan sikap guru sejarah terhadap penggunaan teknologi maklumat dan komunikasi dalam pengajaran dan pembelajaran. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 9(4), e002683. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v9i4.2683>
- Sushil. (2012). Interpreting the Interpretive Structural Model. *Global Journal of Flexible Systems Management*, *13*(2), 87–106. <https://doi.org/10.1007/s40171-012-0008-3>
- Talib, S. A., Nasri, N. M., & Mahmud, M. S. (2025). Memperkasakan kemahiran pedagogi dalam kalangan guru matematik: aplikasi kaedah fuzzy delphi (enhancing pedagogical skills among mathematics teachers: application of the fuzzy delphi method). *E-Bangi Journal of Social Science and Humanities*, 22(2). <https://doi.org/10.17576/ebangi.2025.2202.14>
- Warfield, J. N. (1976). *Societal systems: Planning, policy and complexity*. New York, USA: John Wiley & Sons Inc.
- Watkins, J., Portsmore, M., & Swanson, R. (2020). Shifts in elementary teachers' pedagogical reasoning: studying teacher learning in an online graduate program in engineering education. *Journal of Engineering Education*, 110(1), 252-271. <https://doi.org/10.1002/jee.20369>
- Yaacob, N., Ali, D. F., Abdullah, A. H., Zaid, N. M., Mokhtar, M., & Ibrahim, N. H. (2021). Basic refinery training courseware in enhancing technical employees' visualization skills. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 15(23), 45-56. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i23.27591>
- Yusri, A. A., Zainal, M. Z., & Ismail, I. M. (2023). Meneroka perspektif guru terhadap penggunaan kaedah pembelajaran berasaskan permainan: sebuah tinjauan literatur sistematik. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 8(10), e002542. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v8i10.2542>
- Zainuddin, G., Masrop, N. A. M., Sahrir, M. S., Ramlan, S. R., Ismail, I. M., MUSLIL, Y., ... & Mansor, N. (2023). Kebolegunaan aplikasi myarabiy game dalam pembelajaran bahasa arab di sekolah rendah agama jais. *E-Jurnal Penyelidikan Dan Inovasi*, 10(2), 176-196. <https://doi.org/10.53840/ejpi.v10i2.144>
- Zulkifli, M. A. N. and F., L. M. (2023). Mentransformasikan kepimpinan pendidikan: model pengurusan institusi tvet yang berkesan. *Journal of TVET and Technology Review*, 1(1). <https://doi.org/10.30880/jttr.2023.01.01.005>
- Zuraida, R. L. and Mohamed, R. (2024). Assessing malaysian pre-university students' visual literacy skills using rubric based on objective questions constructed. *ITM Web of Conferences*, 58, 03009. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20245803009>