



INTERNATIONAL JOURNAL OF
EDUCATION, PSYCHOLOGY
AND COUNSELLING
(IJEPC)

<https://gaexcellence.com/ijepe>



**ANALISIS FAKTOR PENEROKAAN &
KEBOLEHPERCAYAAN INSTRUMEN AMALAN PDP
STEM-TPACK, PEMBANGUNAN PROFESIONAL, SIKAP
DAN EFIKASI KENDIRI PENSYARAH POLITEKNIK
MALAYSIA**

*EXPLORATORY FACTOR ANALYSIS AND RELIABILITY OF THE
INSTRUMENT FOR STEM-TPACK TEACHING PRACTICES,
PROFESSIONAL DEVELOPMENT, ATTITUDE, AND SELF-EFFICACY
AMONG MALAYSIAN POLYTECHNIC LECTURERS.*

Falinah @ Fazlina Misol @ Nasip¹, Denis Andrew D. Lajium², Dg. Norizah Ag. Kiflee^{3*}

¹Politeknik Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia

 faalinah@polikk.edu.my

 <https://orcid.org/0009-0008-7398-3286>

²Universiti Malaysia, Sabah, Malaysia

 denisadl@ums.edu.my

 <https://orcid.org/0000-0002-5389-2781>

³Universiti Malaysia Sabah, Sabah, Malaysia

 dndz@ums.edu.my

 <https://orcid.org/0000-0001-7308-0185>

*Corresponding Author

Article Info:

Article history:

Received date: 15.01.2026

Revised date: 09.02.2026

Accepted date: 17.03.2026

Published date: 26.03.2026

Abstrak:

Kajian ini bertujuan mengesahkan struktur faktor dan kebolehppercayaan instrumen bagi mengukur Amalan Pengajaran dan Pembelajaran STEM-TPACK, Pembangunan Profesional, Sikap dan Efikasi Kendiri dalam kalangan pensyarah Politeknik Malaysia. Walaupun beberapa instrumen berkaitan STEM-TPACK telah dibangunkan dalam konteks pendidikan umum, kajian yang mengesahkan instrumen tersebut dalam konteks pendidikan dan latihan teknikal dan vokasional (TVET),

To cite this document:

Nasip, F. F. M., Lajium, D. A. D., & Kiflee, D. N. A. (2026). Analisis Faktor Penerokaan & Kebolehppercayaan Instrumen Amalan PdP Stem-Tpack, Pembangunan Profesional, Sikap Dan Efikasi Kendiri Pensyarah Politeknik Malaysia. *International Journal of Education, Psychology and Counselling*, 11(62), 1072-1083.

khususnya dalam kalangan pensyarah politeknik Malaysia, masih terhad. Oleh itu, kajian ini dijalankan bagi mengesahkan kesesuaian instrumen tersebut dalam konteks TVET tempatan. Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan pengumpulan data melalui borang soal-selidik dalam talian. Seramai 119 orang pensyarah Politeknik terlibat dalam kajian ini. Data dianalisis menggunakan Analisis Faktor Penerokaan (EFA) dan ujian kebolehppercayaan pekali alfa Cronbach. Dapatan menunjukkan nilai Kaiser-Meyer-Olkin adalah tinggi iaitu berada dalam julat 0.886 hingga 0.905 dan ujian Bartlett adalah signifikan ($p < 0.001$) menunjukkan data sesuai untuk analisis faktor. Keputusan EFA mengekstrak faktor yang sejajar dengan dimensi teori dengan jumlah varians kumulatif melebihi 60% bagi semua konstruk. Nilai muatan faktor pula berada dalam julat 0.507 hingga 0.888, menunjukkan bahawa setiap item memberikan sumbangan yang memadai kepada konstruk masing-masing. Proses penilaian muatan faktor telah menyingkirkan beberapa item, menjadikan jumlah akhir instrumen sebanyak 64 item daripada 69 item asal. Nilai alfa Cronbach bagi semua konstruk melebihi 0.90, menunjukkan ketekalan dalaman yang sangat baik. Secara keseluruhannya, instrumen ini didapati mempunyai kesahan struktur dan kebolehppercayaan yang baik serta sesuai untuk digunakan dalam kajian lanjutan menggunakan Analisis Faktor Pengesahan (CFA) dan Model Persamaan Struktur (SEM) bagi mengesahkan model pengukuran secara lebih menyeluruh.

DOI: 10.35631/IJEPC.1162063

Kata Kunci:

Analisis Faktor Penerokaan (EFA), Amalan PdP STEM-TPACK, Efikasi Kendiri, Pembangunan Profesional, Sikap

Abstract:

This study aimed to validate the factor structure and reliability of an instrument developed to measure STEM-TPACK teaching and learning practices, professional development, attitude, and self-efficacy among Malaysian Polytechnic lecturers. Although several STEM-TPACK-related instruments have been developed in general education contexts, studies validating these instruments within the Technical and Vocational Education and Training (TVET) context, particularly among Malaysian Polytechnic lecturers, remain limited. Therefore, this study was conducted to validate the suitability of the instrument within the local TVET context. This study employed a quantitative approach, and data were collected through an online questionnaire. A total of 119 Polytechnic lecturers participated as respondents in this study. The data were analysed using Exploratory Factor Analysis (EFA) and Cronbach's alpha reliability testing. The findings indicated that the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) values were high, ranging from 0.886 to 0.905, while Bartlett's Test of Sphericity was significant ($p < 0.001$), indicating that the data were suitable for factor analysis. The EFA results extracted factors consistent with the theoretical dimensions, with the cumulative variance exceeding 60% for all constructs. The factor loadings ranged from 0.507 to 0.888, indicating that each item contributed adequately to its respective construct. The factor loading evaluation process removed several items, resulting in a final instrument consisting of 64 items from the original 69 items. The Cronbach's alpha values for all constructs exceeded 0.90, indicating a high level of internal consistency. Overall, the instrument demonstrated good structural validity and reliability and is suitable for further studies using Confirmatory Factor Analysis (CFA).

and Structural Equation Modeling (SEM) to validate the measurement model more comprehensively.



© The authors (2026). This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits non-commercial re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. For commercial re-use, please contact ijepe@gaexcellence.com

Keyword:

Exploratory Factor Analysis (EFA), STEM-TPACK Teaching Practices, Self-Efficacy, Professional Development, Attitude

Pengenalan

Transformasi pendidikan abad ke-21 menuntut pendekatan pengajaran dan pembelajaran (PdP) yang mengintegrasikan sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik (STEM) secara bermakna serta disokong oleh penggunaan teknologi digital dan pedagogi yang sesuai (Chi et al., 2024; Lim & Maat, 2023). Dalam konteks pendidikan dan latihan teknikal dan vokasional (TVET) di politeknik Malaysia, pensyarah berperanan penting sebagai pemudah cara yang bukan sahaja menguasai kandungan bidang, malah mampu mengintegrasikan teknologi dan strategi pedagogi secara seimbang. Pendekatan ini sering dihuraikan melalui kerangka Pengetahuan Teknologi, Pedagogi dan Kandungan (TPACK) yang diperluas dalam konteks STEM (Meletiou-Mavrotheris & Paparistodemou, 2024; Rehman et al., 2025; Said et al., 2023).

Walaupun bagaimanapun, pelaksanaan PdP STEM-TPACK tidak hanya bergantung kepada pengetahuan semata-mata, tetapi turut dipengaruhi oleh faktor dalaman pensyarah seperti tahap pembangunan profesional, sikap dan efikasi sendiri pensyarah. Walaupun beberapa instrumen berkaitan TPACK dan STEM telah dibangunkan dalam konteks pendidikan umum, kajian yang mengesahkan instrumen tersebut dalam konteks pendidikan dan latihan teknikal dan vokasional (TVET), khususnya dalam kalangan pensyarah politeknik Malaysia, masih terhad. Oleh itu, pembangunan dan pengesahan instrumen yang bersesuaian dengan konteks TVET tempatan adalah penting bagi memastikan pengukuran amalan PdP STEM-TPACK dapat dilakukan secara lebih tepat dan relevan. Tanpa instrumen pengukuran yang sah dan boleh dipercayai, adalah sukar untuk menilai secara tepat tahap amalan PdP STEM-TPACK serta faktor-faktor yang menyokongnya dalam kalangan pensyarah politeknik. Sehubungan itu, sebelum sesuatu instrumen digunakan dalam kajian berskala besar atau analisis lanjutan seperti analisis faktor pengesahan (*Confirmatory Factor Analysis*, CFA) dan pemodelan persamaan struktur (*Structural Equation Modeling*, SEM), struktur faktor dan kebolehpercayaannya perlu disahkan terlebih dahulu melalui Analisis Faktor Penerokaan (*Exploratory Factor Analysis*, EFA) dan ujian kebolehpercayaan dalaman. Artikel ini memfokuskan kepada proses tersebut bagi empat konstruk utama iaitu amalan PdP STEM-TPACK, pembangunan profesional, sikap dan efikasi sendiri pensyarah politeknik Malaysia.

Objektif Kajian

Kajian ini bertujuan untuk:

Mengenal pasti struktur faktor instrumen Amalan Pengajaran dan Pembelajaran STEM-TPACK, Pembangunan Profesional, Sikap dan Efikasi Kendiri melalui Analisis Faktor Penerokaan (EFA).

Menentukan kebolehpercayaan instrumen Amalan Pengajaran dan Pembelajaran STEM-TPACK, Pembangunan Profesional, Sikap dan Efikasi Kendiri melalui nilai alfa Cronbach.

Sorotan Literatur

Sorotan literatur menunjukkan bahawa pembangunan dan pengesahan instrumen pengukuran amalan pendidikan memerlukan proses yang sistematik bagi memastikan kesahan dan kebolehpercayaan yang tinggi, justeru EFA sering digunakan untuk mengenal pasti struktur faktor yang mendasari sesuatu konstruk (Karpudewan et al., 2022; Wahono & Chang, 2019). Secara teorinya, analisis faktor merupakan prosedur statistik multivariat yang berfungsi untuk memampatkan sejumlah besar pembolehubah kepada satu set pembolehubah atau faktor yang lebih kecil, serta mewujudkan dimensi asas antara pembolehubah yang diukur dengan konstruk laten (Ishartono et al., 2023). Dalam konteks pembangunan instrumen pendidikan, analisis EFA memainkan peranan penting untuk meneroka dimensi utama dan menjana teori daripada set konstruk laten yang diwakili oleh item-item soal selidik, terutamanya dalam membangunkan instrumen TPACK yang melibatkan proses penyesuaian instrumen sedia ada (Ishartono et al., 2023). Proses ini merangkumi penilaian kesesuaian item melalui pengukuran indeks Kaiser-Meyer-Olkin dan ujian Sphericity Bartlett bagi memastikan data memenuhi prasyarat untuk dianalisis tanpa masalah multikolineariti yang serius (Yanuarto & Jaelani, 2021). Selain itu, penentuan bilangan faktor yang diekstrak biasanya dilakukan berdasarkan nilai eigen yang melebihi 1.0, manakala kaedah putaran seperti Varimax digunakan untuk mencapai struktur faktor yang mudah ditafsirkan dengan meminimumkan beban silang antara item (Chan & Idris, 2017; Karpudewan et al., 2022). Selain analisis faktor, penilaian kebolehpercayaan instrumen juga merupakan aspek kritikal yang perlu dititikberatkan bagi memastikan ketekalan dalaman item-item soal selidik, yakni nilai pekali alfa Cronbach sering digunakan sebagai indeks utama untuk mengukur tahap konsisten sesuatu instrumen (Rahman et al., 2023; Tajudin & Abdullah, 2018). Dalam konteks kajian ini, penggunaan nilai pekali alfa Cronbach yang melebihi 0.7 menunjukkan bahawa instrumen yang dibangunkan mempunyai konsistensi yang tinggi dan tahap kepercayaan yang baik dalam mengukur konstruk yang ditetapkan (Tantra, 2023).

Kajian lepas melaporkan bahawa pembangunan profesional yang berterusan membantu pensyarah mengintegrasikan teknologi dan pendekatan interdisiplin dengan lebih berkesan (Mekheimer, 2025; Siyam et al., 2025). Sikap positif terhadap inovasi PdP meningkatkan kecenderungan mencuba strategi pengajaran baharu serta meningkatkan keyakinan untuk melaksanakan amalan STEM-TPACK dalam bilik kuliah (Stinken-Rösner et al., 2023), manakala efikasi kendiri yang tinggi menjadikan pensyarah lebih yakin untuk melaksanakan PdP berasaskan teknologi dan STEM (Affandi et al., 2022; Mansour et al., 2024). Meskipun terdapat kajian yang meneliti hubungan antara pemboleh ubah ini, tidak semuanya membangunkan dan mengesahkan instrumen secara empirikal dalam konteks pendidikan TVET politeknik Malaysia. Oleh itu, wujud keperluan untuk mengesahkan struktur faktor instrumen yang diadaptasi agar dapat mencerminkan konteks setempat dengan tepat sebelum digunakan bagi menguji model hubungan antara pemboleh ubah tersebut.

Metodologi Kajian

Bahagian ini membincangkan reka bentuk kajian, populasi dan sampel, instrumen kajian, prosedur pengumpulan data, serta kaedah analisis data yang digunakan bagi meneroka struktur faktor empat konstruk, iaitu Amalan PdP STEM-TPACK, Pembangunan Profesional serta Sikap dan Efikasi Kendiri Pensyarah Politeknik melalui pendekatan EFA.

Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan reka bentuk kajian tinjauan berbentuk kuantitatif yang bertujuan meneroka struktur faktor dan mengukur kebolehpercayaan instrumen yang dibangunkan. EFA diaplikasikan bagi mengenal pasti dimensi laten dalam setiap konstruk yang diukur menerusi soal selidik, sebagaimana dijelaskan dalam sorotan literatur (Ishartono et al., 2023; Yanuarto & Jaelani, 2021). Kaedah ini amat sesuai untuk membangunkan dan menilai struktur dalaman instrumen secara empirikal (Chan & Idris, 2017; Wahono & Chang, 2019).

Populasi dan Sampel Kajian

Bagi kajian rintis ini, populasi kajian merangkumi pensyarah yang mengajar bidang STEM di tiga institusi politeknik, iaitu Politeknik Kota Kinabalu, Politeknik Kuching dan Politeknik Mukah. Seramai 119 orang pensyarah telah menyertai kajian ini sebagai responden. Saiz sampel ini dianggap mencukupi untuk pelaksanaan Analisis Faktor Penerokaan (EFA) kerana melebihi cadangan minimum umum, iaitu sekurang-kurangnya 100 responden bagi analisis faktor. Penentuan saiz sampel ini juga selaras dengan saranan pengkaji terdahulu dalam konteks kajian rintis dan pembangunan instrumen. Emory dan Cooper mencadangkan saiz sampel antara 25 hingga 100 responden bagi penilaian awal instrumen. Selain itu, walaupun beberapa pengkaji mencadangkan nisbah responden kepada item antara 5:1 hingga 10:1 bagi analisis faktor, kajian menunjukkan bahawa EFA masih boleh dijalankan dengan saiz sampel sekitar 100 responden, terutamanya apabila nilai komunaliti item adalah tinggi dan struktur faktor adalah jelas (MacCallum et al., 1999; Hair et al., 2019). Oleh itu, saiz sampel seramai 119 responden dalam kajian ini dianggap memadai untuk tujuan penerokaan awal struktur faktor instrumen. Walau bagaimanapun, kajian lanjutan dengan saiz sampel yang lebih besar dicadangkan bagi mengesahkan kestabilan struktur faktor melalui Analisis Faktor Pengesahan (CFA).

Pengumpulan Data

Pengumpulan data bagi kajian ini dilaksanakan secara dalam talian menggunakan borang soal selidik dalam talian iaitu *Google Forms*. Pautan soal selidik diedarkan kepada responden melalui saluran rasmi seperti e-mel institusi dan aplikasi WhatsApp bagi memastikan capaian yang mudah dan pantas kepada responden.

Instrumen Kajian

Instrumen kajian merangkumi empat konstruk utama, iaitu amalan PdP STEM-TPACK, pembangunan profesional, sikap terhadap PdP STEM-TPACK dan efikasi sendiri pensyarah. Item-item bagi setiap konstruk diadaptasi dan diubah suai daripada instrumen terdahulu agar bersesuaian dengan konteks politeknik Malaysia. Secara keseluruhannya, instrumen ini mengandungi 69 item, yang terdiri daripada 26 item dengan 7 dimensi bagi konstruk Amalan PdP STEM-TPACK (CK1-TA5), 16 item dengan 2 dimensi bagi konstruk Pembangunan Profesional (FK1-SK7), 11 item dengan 3 dimensi bagi Sikap (PS1-IN4) dan 16 item dengan 2 dimensi bagi konstruk Efikasi Kendiri (PP1-PA9). Setiap item dirangka dalam bentuk kenyataan yang perlu dinilai oleh responden menggunakan skala Likert lima markah (1 = Sangat Tidak Setuju hingga 5 = Sangat Setuju).

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan perisian *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 30.0 bagi menjalankan EFA dan pengiraan kebolehpercayaan pekali alfa Cronbach. EFA menggunakan analisis komponen prinsipal (*Principal Component Analysis*, PCA) dengan putaran Varimax bagi mengenal pasti struktur faktor laten. Kesesuaian data dinilai melalui indeks Kaiser-Meyer-Olkin dan ujian Bartlett bagi memastikan tiada masalah multikolineariti yang serius.

Dapatan Kajian & Perbincangan

Analisis Faktor Penerokaan (EFA)

Dapatan statistik deskriptif menunjukkan bahawa semua konstruk berada pada tahap sederhana hingga tinggi. Konstruk Pembangunan Profesional mencatatkan min tertinggi (Min = 4.33, SD = 0.53), diikuti Sikap (Min = 4.22, SD = 0.57) dan Efikasi Kendiri (Min = 3.39, SD = 0.76). Konstruk Amalan PdP STEM-TPACK pula menunjukkan min sederhana tinggi (Min = 3.15, SD = 0.79). Secara keseluruhan, dapatan ini menunjukkan responden mempunyai tahap yang positif terhadap semua konstruk yang dikaji. Jadual 1 menunjukkan dapatan ujian Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) menunjukkan semua konstruk mempunyai nilai yang tinggi, iaitu antara 0.886 hingga 0.905. Nilai ini melebihi paras minimum yang disarankan (0.60) dan membuktikan sampel kajian adalah mencukupi dan data adalah sesuai untuk dijalankan EFA. Keputusan Bartlett's Test of Sphericity pula adalah signifikan bagi semua konstruk (< 0.05), menunjukkan matriks korelasi item tidak berbentuk matriks identiti dan wujud hubungan yang mencukupi antara item untuk membentuk faktor. Secara keseluruhannya, dapatan ini mengesahkan bahawa data bagi konstruk amalan PdP STEM-TPACK, pembangunan profesional, sikap dan efikasi kendiri memenuhi syarat statistik untuk diteruskan dengan analisis faktor.

Jadual 1: Dapatan Ujian Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) dan Bartlett's Test of Sphericity

Konstruk	Kaiser-Meyer-Olkin Measure Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	df	Sig
Amalan PdP STEM-TPACK	0.886	1945.451	325	0.000
Pembangunan Profesional	0.904	1562.635	120	0.001
Sikap	0.895	905.605	55	0.001
Efikasi Kendiri	0.905	1187.955	120	0.000

Keputusan EFA menggunakan kaedah PCA dengan putaran Varimax berjaya mengasingkan item-item kepada beberapa faktor utama mengikut konstruk masing-masing, iaitu nilai eigen melebihi 1.0 digunakan sebagai kriteria pengekstrakan faktor (Wahono & Chang, 2019; Yanuarto & Jaelani, 2021). Proses pengekstrakan ini menghasilkan struktur faktor yang jelas dengan peratusan varians yang diterangkan secara signifikan. Item yang mempunyai nilai muatan faktor kurang daripada 0.5 telah digugurkan bagi mengekalkan kestabilan konstruk instrumen (Marlina et al., 2023). Jadual 2 menunjukkan matriks komponen bagi kesemua

konstruk. Dapatan menunjukkan sebahagian item tidak mencapai nilai muatan faktor yang ditetapkan dan telah digugurkan daripada model pengukuran. Item yang digugurkan ialah CK4, PK4, PC4, TA4 dan TA5 bagi konstruk Amalan PdP STEM-TPACK. Semua item bagi konstruk Pembangunan Profesional, Sikap dan Efikasi Kendiri melepasi nilai muatan faktor minimum dan dikekalkan untuk analisis seterusnya.

Jadual 2: Matrik Komponen Bagi Kesemua Konstruk

Amalan PdP STEM-TPACK		Pembangunan Profesional		Sikap		Efikasi Kendiri	
Item	Muatan Faktor	Item	Muatan Faktor	Item	Muatan Faktor	Item	Muatan Faktor
CK1	0.842	FK1	0.814	PS1	0.888	PP1	0.641
CK2	0.753	FK2	0.811	PS2	0.834	PP2	0.733
CK3	0.729	FK3	0.806	PS3	0.793	PP3	0.723
TK1	0.843	FK4	0.792	PS4	0.729	PP4	0.768
TK2	0.827	FK5	0.783	KY1	0.838	PP5	0.778
TK3	0.753	FK6	0.745	KY2	0.801	PP6	0.757
PK1	0.754	FK7	0.744	KY3	0.779	PP7	0.701
PK2	0.830	FK8	0.724	IN1	0.507	PA1	0.858
PK3	0.789	FK9	0.687	IN2	0.601	PA2	0.857
PC1	0.877	SK1	0.511	IN3	0.725	PA3	0.816
PC2	0.851	SK2	0.838	IN4	0.815	PA4	0.761
PC3	0.840	SK3	0.820			PA5	0.822
TP1	0.722	SK4	0.813			PA6	0.825
TP2	0.681	SK5	0.803			PA7	0.822
TP3	0.677	SK6	0.740			PA8	0.833
TC1	0.715	SK7	0.621			PA9	0.693
TC2	0.674						
TC3	0.721						
TA1	0.691						
TA2	0.821						
TA3	0.775						

Jadual 3 menunjukkan jumlah varians terkumpul bagi semua konstruk berdasarkan analisis EFA. Kesemua konstruk mencapai nilai eigen melebihi 1.0, iaitu antara julat 1.006 hingga 2.532. Kesemua konstruk juga melepasi ambang 60% varians kumulatif, iaitu antara 62.171% hingga 69.967%, menunjukkan struktur faktor yang memadai dalam menerangkan varians item. Bilangan komponen yang diekstrak, iaitu tujuh bagi konstruk Amalan PdP STEM-TPACK, dua bagi Pembangunan Profesional, tiga bagi Sikap dan dua bagi Efikasi Kendiri, adalah selaras dengan bilangan dimensi yang digariskan dalam kerangka konseptual kajian. Penjajaran ini disokong oleh kriteria pengekstrakan nilai eigen melebihi 1.0 (Wahono & Chang, 2019; Yanuarto & Jaelani, 2021), varians kumulatif melebihi 60% bagi semua konstruk, serta faktor pemuatan kebanyakannya melebihi 0.5 (Marlina et al., 2023), memberikan sokongan empirikal awal yang kukuh terhadap struktur konstruk yang dicadangkan. Penggunaan EFA dalam kajian ini memberi nilai tambah kerana bukan sahaja menilai konsistensi dalaman, malah turut mengenal pasti struktur faktor konstruk secara eksploratori. Pendekatan ini selari dengan saranan Cozby (2009) serta Creswell dan Creswell

(2018) menekankan keperluan menilai kesahan instrumen secara bertahap. Tambahan lagi, kajian oleh Ediyanto et al., (2022) serta Husain dan Aziz (2022) juga mengandungi kombinasi EFA dan alfa Cronbach sebagai pendekatan menyeluruh dalam pembinaan instrumen yang baik.

Jadual 3: Jumlah Varians Terkumpul Bagi Semua Konstruk

Konstruk	Faktor	Nilai Awal	Eigen % Varians	of Kumulatif %
Amalan PdP STEM-TPACK	7	1.006	63.277%	63.277%
Pembangunan Profesional	2	1.706	67.672%	67.672%
Sikap	3	1.365	69.967%	69.967%
Efikasi Kendiri	2	2.532	62.171%	62.171%

Kebolehpercayaan Instrumen

Jadual 4 menunjukkan nilai Alfa Cronbach bagi semua konstruk. Ujian kebolehpercayaan instrumen telah dijalankan menggunakan pekali alfa Cronbach bagi menilai tahap ketekalan dalaman item untuk setiap konstruk kajian. Jadual 3 menunjukkan nilai alfa Cronbach bagi semua konstruk yang terlibat dalam kajian ini. Keputusan ujian kebolehpercayaan menunjukkan bahawa semua konstruk kajian mempunyai tahap ketekalan dalaman yang tinggi, dengan nilai alfa Cronbach melebihi 0.90. Nilai ini menunjukkan bahawa instrumen yang digunakan adalah stabil dan boleh dipercayai dalam mengukur konstruk Amalan PdP STEM-TPACK, Pembangunan Profesional, Sikap dan Efikasi Kendiri dalam kalangan responden kajian. Nilai kebolehpercayaan yang tinggi ini selaras dengan kajian-kajian lepas yang turut melaporkan nilai alfa Cronbach melebihi 0.90 bagi instrumen yang mengukur pengetahuan pedagogi kandungan teknologi dan efikasi sendiri guru (Kaharuddin et al., 2025; Mai & Lin, 2023).

Jadual 4: Ringkasan Nilai Alfa Cronbach bagi Semua Konstruk

Konstruk	Bilangan Item	Nilai Alfa Cronbach
Amalan PdP STEM-TPACK	21	0.917
Pembangunan Profesional	16	0.948
Sikap	11	0.929
Efikasi Kendiri	16	0.917

Kesimpulan

Secara keseluruhan, dapatan kajian menunjukkan bahawa instrumen yang dibangunkan mempunyai tahap kesahan struktur faktor dan kebolehpercayaan yang tinggi. Analisis EFA mengesahkan kesesuaian data dan bilangan faktor yang diekstrak adalah selaras dengan dimensi yang dicadangkan dalam kerangka konseptual kajian. Proses penilaian pemberatan faktor telah menyingkirkan beberapa item, sekali gus menghasilkan struktur akhir instrumen yang terdiri daripada 64 item berbanding 69 item dalam instrumen asal. Ujian kebolehpercayaan menggunakan pekali alfa Cronbach menunjukkan semua konstruk mencapai tahap kebolehpercayaan yang sangat baik.

Cadangan dan Implikasi

Kajian lanjutan dicadangkan untuk menguji instrumen ini menggunakan CFA dan SEM bagi mengesahkan model pengukuran secara lebih menyeluruh. Selain itu, penggunaan instrumen ini boleh diperluaskan kepada sampel dan konteks institusi yang berbeza bagi menyokong penambahbaikan amalan PdP STEM-TPACK.

Penghargaan:	Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Politeknik Kota Kinabalu dan Universiti Malaysia Sabah (UMS) atas sokongan dan kemudahan yang diberikan sepanjang pelaksanaan kajian ini. Penghargaan juga ditujukan kepada rakan-rakan serta semua pihak yang telah memberikan pandangan, cadangan dan maklum balas yang membina sehingga membantu meningkatkan kualiti penulisan artikel ini.
Penyataan Pembiayaan:	Kajian ini tidak menerima sebarang pembiayaan khusus daripada mana-mana agensi pembiayaan dalam sektor awam, komersial atau bukan berasaskan keuntungan.
Penyataan Konflik Kepentingan:	Penulis mengisytiharkan bahawa tiada konflik kepentingan berkaitan dengan penerbitan artikel ini. Semua penulis telah memberikan sumbangan terhadap penyediaan manuskrip ini dan telah meluluskan versi akhir artikel untuk penerbitan.
Pernyataan Etika:	Kajian ini dijalankan selaras dengan piawaian etika penyelidikan yang ditetapkan. Penyertaan responden adalah secara sukarela dan semua responden telah dimaklumkan mengenai tujuan kajian sebelum pengumpulan data dijalankan. Kerahsiaan serta anonimitas responden dijamin dan semua data yang diperoleh digunakan hanya untuk tujuan akademik dan penyelidikan.
Penyataan Sumbangan Penulis:	Penulis pertama bertanggungjawab terhadap konseptualisasi kajian, pembangunan metodologi, pengumpulan data, analisis data serta penyediaan draf awal manuskrip. Penulis kedua bertanggungjawab dalam penyeliaan kajian, penambahbaikan struktur penulisan serta semakan akhir manuskrip sebelum dihantar untuk penerbitan. Penulis ketiga menyumbang dalam pengukuhan sorotan literatur, analisis dan interpretasi dapatan kajian serta semakan kritikal terhadap kandungan manuskrip. Semua penulis telah membaca dan meluluskan versi akhir manuskrip.

Rujukan

- Affandi, G. R., Amir, M. F., & Widyastuti, W. (2022). Teachers' General Pedagogical Knowledge and self-efficacy On STEM Instructional Practices On Primary Teacher. *JETL (Journal Of Education Teaching and Learning)*, 7(2), 176. <https://doi.org/10.26737/jetl.v7i2.3416>
- Aktaş, İ., & Özmen, H. (2024). STEM-TPAB Öz-Yeterlik Ölçeği: Türkçeye Uyarlama Çalışması. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(2), 798. <https://doi.org/10.19171/uefad.1480921>
- Chan, L. L., & Idris, N. (2017). Validity and Reliability of The Instrument Using Exploratory Factor Analysis and Cronbach's alpha. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(10). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v7-i10/3387>
- Chi, C., Yunus, M. M., Rafiq, K. R. M., Hameed, H. A., & Ediyanto, E. (2024). A Systematic Review on Multidisciplinary Technological Approaches in Higher Education [Review of *A Systematic Review on Multidisciplinary Technological Approaches in Higher Education*]. *International Journal of Advanced Research in Future Ready Learning and Education*, 36(1), 1. <https://doi.org/10.37934/frle.36.1.110>
- Coakes, S. J., Steed, L., & Ong, C. (2010). SPSS version 17.0 for Windows: Analysis without anguish. John Wiley & Sons Australia, Ltd.
- Cozby, P. C. (2009). Methods in behavioral research (10th ed.). McGraw-Hill.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). SAGE Publications.
- Ediyanto, E., Sunandar, A., Ramadhani, R. S., & Aqilah, T. S. (2022). Sustainable Instrument Development in Educational Research. *Discourse and Communication for Sustainable Education*, 13(1), 37. <https://doi.org/10.2478/dcse-2022-0004>
- Husain, H., & Aziz, H. (2022). EXPLORATORY FACTOR ANALYSIS (EFA) AND CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS (CFA) TO MEASURE THE VALIDITY AND RELIABILITY CONSTRUCTS OF HISTORICAL THINKING SKILLS, TPACK AND APPLICATION OF HISTORICAL THINKING SKILLS. *International Journal of Education Psychology and Counseling*, 7(46), 608. <https://doi.org/10.35631/ijepc.746046>
- Ishartono, N., Halili, S. H. B., & Razak, R. A. (2023). Instruments for Measuring Pre-service Mathematics Teachers' TPACK Skill in Integrating Technology: A Systematic Literature Review. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(8), 1177. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.8.1919>
- Kaharuddin, A., García-García, J., Magfirah, I., & Yulismayanti, Y. (2025). Validating a TPCK-S Instrument for Hologram-Based Mathematics Teaching. *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education (IJOLAE)*, 525. <https://doi.org/10.23917/ijolae.v7i3.12119>
- Karpudewan, M., Krishnan, P., Ali, M. N., & Lay, Y. F. (2022). Designing instrument to measure STEM teaching practices of Malaysian teachers. *PLoS ONE*, 17(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268509>
- Lim, C. C., & Maat, S. M. (2023). Pengintegrasian STEM dalam Pembelajaran dan Pemudahcaraan (PdPc) Matematik: Sorotan Literatur Bersistematik. *Jurnal Dunia Pendidikan*. <https://doi.org/10.55057/jdpd.2023.5.3.13>
- Mai, M., & Lin, H. (2023). Primary Science Teachers' Self-Efficacy Beliefs about Teaching in Malaysia. *Hong Kong Journal of Social Sciences*, 60. <https://doi.org/10.55463/hkjs.issn.1021-3619.60.19>

- Mansour, N., Said, Z., & Abu-Tineh, A. (2024). Factors impacting science and mathematics teachers' competencies and self-efficacy in TPACK for PBL and STEM. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 20(5). <https://doi.org/10.29333/ejmste/14467>
- Marlina, R., Suwono, H., Yuenyong, C., Ibrohim, I., Mahanal, S., Saefi, M., & Hamdani, H. (2023). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Preservice Biology Teachers: Two Insights More Promising. *Participatory Educational Research*, 10(6), 245. <https://doi.org/10.17275/per.23.99.10.6>
- MacCallum, R. C., Widaman, K. F., Zhang, S., & Hong, S. (1999). Sample size in factor analysis. *Psychological Methods*, 4(1), 84–99. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.4.1.84>
- Mekheimer, M. A. (2025). Effective technology integration in higher education: a mixed-methods study of professional development. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13750-y>
- Meletiyou-Mavrotheris, M., & Paparistodemou, E. (2024). Sustaining Teacher Professional Learning in STEM: Lessons Learned from an 18-Year-Long Journey into TPACK-Guided Professional Development. *Education Sciences*, 14(4), 402. <https://doi.org/10.3390/educsci14040402>
- Rahman, A. A., Sahid, S., & Nasri, N. M. (2023). Exploratory Factors and Reliability Analysis of Active Learning Techniques Instruments to Assess Business Subjects of Secondary School Students in Malaysia. *International Journal of Educational Methodology*, 9(4), 671. <https://doi.org/10.12973/ijem.9.4.671>
- Rehman, N., Huang, X., Mahmood, A., Zafeer, H. M. I., & Mohammad, N. K. (2025). Emerging trends and effective strategies in STEM teacher professional development: A systematic review [Review of *Emerging trends and effective strategies in STEM teacher professional development: A systematic review*]. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1). Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-04272-y>
- Said, Z., Mansour, N., & Abu-Tineh, A. (2023). Integrating technology pedagogy and content knowledge in Qatar's preparatory and secondary schools: The perceptions and practices of STEM teachers. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 19(6). <https://doi.org/10.29333/ejmste/13188>
- Siyam, Y., Siyam, N., Hussain, M., & Alqaryouti, O. (2025). Evaluating technology integration in education: a framework for professional development. *Discover Education*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00448-z>
- Stinken-Rösner, L., Hofer, E., Rodenhauser, A., & Abels, S. (2023). Technology Implementation in Pre-Service Science Teacher Education Based on the Transformative View of TPACK: Effects on Pre-Service Teachers' TPACK, Behavioral Orientations and Actions in Practice. *Education Sciences*, 13(7), 732. <https://doi.org/10.3390/educsci13070732>
- Tajudin, A., & Abdullah, N. (2018). Kesiediaan Guru Sains Sekolah Rendah terhadap pelaksanaan pembelajaran abad ke-21. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 8(1), 82. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol8.1.7.2018>
- Tantra, M. W. (2023). Pengembangan Instrumen Penilaian Moralitas (Sila) Peserta Didik Pendidikan Dasar. *Jurnal Basicedu*, 7(1), 383. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i1.4633>
- Wahono, B., & Chang, C. (2019). DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A SURVEY INSTRUMENT (AKA) TOWARDS ATTITUDE, KNOWLEDGE AND

APPLICATION OF STEM. *Journal of Baltic Science Education*, 18(1), 63.
<https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.63>

Yanuarto, W. N., & Jaelani, A. (2021). High-Level Thinking and TPACK of Pre-Service Mathematics Teachers in the 21st Century Learning. *EDUMATICA | Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(3), 18.