

Instrumen Pengukuran Kualiti Pengajaran Guru Berasaskan Six Sigma: Penentuan Kesahan Kandungan melalui Analisis Fuzzy Delphi

Teacher Teaching Quality Measurement Instrument Based on Six Sigma: Establishing Content Validity through Fuzzy Delphi Analysis

Siti Hannah Binti Sabtu¹, Mohd Fikri Bin Azizan², Mohd Effendi@Ewan bin Matore^{3*}, Siti Mistima binti Maat⁴

^{1,2,3,4} Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia;

Article progress

Accepted: 27 August 2025

Reviewed: 31 October 2025

Published: 30 November 2025

*Mohd Effendi@ Ewan bin Matore, Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, Selangor
Email: effendi@ukm.edu.my

Abstrak: Instrumen Pengukuran Kualiti Pengajaran Guru berasaskan Six Sigma ($T^2Q_i-6\sigma$) dibangunkan sebagai mekanisme baharu untuk menilai keberkesanan pengajaran guru secara sistematik. Kajian ini bertujuan menilai kesahan kandungan instrumen dengan menggunakan Kaedah Fuzzy Delphi (FDM), di samping meneroka fungsi instrumen sebagai medium refleksi untuk tindakan (reflection for-action) dan prospek penggunaannya dalam meningkatkan kesedaran, pengetahuan, sikap dan amalan guru terhadap pengajaran berkualiti. Seramai 14 orang pakar dilibatkan melalui pensampelan bertujuan, terdiri daripada sembilan pakar profesional dan lima pakar lapangan daripada universiti awam dan institusi pendidikan. Sebanyak 200 item dibina berdasarkan lima konstruk utama Six Sigma iaitu (i) mengenal pasti, (ii) mengukur, (iii) menganalisis, (iv) menambah baik, dan (v) mengawal, yang dinilai menggunakan skala Likert tujuh mata. Analisis FDM mendapati 125 item memenuhi nilai ambang ($d \leq 0.2$) dan tahap kesepakatan pakar $\geq 75\%$, manakala 75 item digugurkan. Dapatan kualitatif mengesahkan kesesuaian item yang diterima, serta menunjukkan bahawa instrumen ini dapat membantu guru membuat refleksi terhadap pengajaran mereka dan berfungsi sebagai kerangka yang menyokong pembangunan profesional. Selain itu, instrumen ini dinilai berpotensi memperkukuh kesedaran terhadap budaya kualiti, memperluas pengetahuan tentang metodologi penambahbaikan, membentuk sikap positif, dan mendorong praktis pedagogi yang lebih sistematik. Limitasi kajian ini ialah penilaian hanya tertumpu kepada aspek kesahan kandungan dengan bilangan pakar terhad. Oleh itu, kajian rintis seterusnya disarankan menggunakan Model Rasch untuk menilai ciri psikometrik lain secara lebih komprehensif. Secara keseluruhannya, instrumen $T^2Q_i-6\sigma$ dilihat berupaya menyumbang kepada peningkatan profesionalisme guru serta menyokong pencapaian Matlamat Pembangunan Mampan 3 (SDG 3 - Kesihatan dan Kesejahteraan) dan Matlamat Pembangunan Mampan 4 (SDG 4 - Pendidikan Berkualiti).

Kata kunci: Kualiti Pengajaran; Six Sigma; Guru, Kesahan Kandungan, Kaedah Fuzzy Delphi

Abstract: The Teacher Teaching Quality Instrument based on Six Sigma ($T^2Q_i-6\sigma$) was developed as a new mechanism to systematically assess the effectiveness of teaching practices. This study aimed to establish the content validity of the instrument using the Fuzzy Delphi Method (FDM), while also exploring its role as a tool for reflection for-action and its

prospects in strengthening teachers' awareness, knowledge, attitudes, and practices toward quality teaching. A total of 14 experts were purposively selected, comprising nine professional experts and five field experts from public universities and educational institutions. The instrument initially consisted of 200 items structured around the five core Six Sigma constructs: (i) Define, (ii) Measure, (iii) Analyze, (iv) Improve, and (v) Control. The items were evaluated using a seven-point Likert scale. Findings indicated that 125 items met the FDM threshold ($d \leq 0.2$) with expert consensus $\geq 75\%$, while 75 items were eliminated. Qualitative finding confirmed the appropriateness and relevance of the retained items. In addition, the instrument was recognized for its potential to strengthen awareness of quality culture, expand knowledge of improvement methodologies, cultivate positive attitudes, and encourage more systematic pedagogical practices. The main limitation of this study lies in its focus solely on content validity with a limited number of experts. Future pilot studies are recommended to employ the Rasch Model for further psychometric evaluation. Overall, the T²Qi-6 σ instrument demonstrates strong potential to enhance teacher professionalism and contribute to the achievement of Sustainable Development Goal 3 (SDG 3 – Good Health and Well-being) and Sustainable Development Goal 4 (SDG 4 – Quality Education).

Keywords: Teaching Quality; Six Sigma; Content Validity; Fuzzy Delphi Method

Pengenalan

Pendidikan merupakan tonggak utama dalam era globalisasi kerana kemajuan sesebuah negara amat bergantung kepada keutuhan sistem pendidikannya (Kakingo & Lekule, 2021; Olutola et al., 2022). Sistem pendidikan yang mantap bukan sahaja menjadi asas pembangunan insan, malah turut mendorong pertumbuhan ekonomi yang setara dengan negara kuasa besar (Pal & Ghosh, 2022). Walau bagaimanapun, bidang pendidikan sering berhadapan dengan pelbagai cabaran semasa yang memerlukan perhatian segera serta penyelesaian strategik (A. Arokiasamy & Krishnaswamy, 2021). Dalam konteks ini, peranan guru sebagai penyampai ilmu berkualiti menjadi faktor penentu kejayaan reformasi pendidikan (Amirian et al., 2022; Jahongirovich, 2022). Justeru, peningkatan kompetensi serta profesionalisme guru secara berterusan adalah penting untuk memastikan keberkesanan proses pengajaran dan pembelajaran (Blömeke et al., 2022).

Isu penghasilan guru berkualiti merupakan agenda global yang sentiasa diberi perhatian oleh pihak pembuat dasar (LeTendre & Wiseman, 2015). Hal ini kerana kemajuan sesebuah negara amat ditentukan oleh kemampuan sistem pendidikannya. Dengan persaingan global yang semakin sengit, setiap negara berusaha menyediakan pendidikan terbaik kepada rakyatnya (Blömeke et al., 2022). Aspirasi ini jelas memperlihatkan keinginan negara-negara di dunia untuk meletakkan sistem pendidikan masing-masing setanding dengan sistem terbaik antarabangsa (Sandu & Sharma, 2020). Usaha meningkatkan kualiti pengajaran juga semakin berorientasikan bukti, khususnya melalui maklum balas pelajar yang terbukti mampu menyumbang kepada peningkatan pelbagai dimensi kualiti pengajaran di sekolah rendah dan menengah (Molinero, Alcaraz & Muñoz, 2025). Sehubungan itu, kualiti pengajaran guru wajar diberi penekanan serius, apatah lagi profesion keguruan kini menanggung beban tugas yang semakin kompleks (Maruli, 2014).

Dalam konteks profesion keguruan, penguasaan kemahiran penyelesaian masalah kompleks (CPS) merupakan satu keperluan penting kerana guru berdepan dengan situasi pengajaran yang dinamik, tidak menentu dan memerlukan keputusan segera yang memberi kesan langsung kepada keberkesanan pembelajaran murid. Menurut Greiff dan Funke (2017), CPS melibatkan proses kognitif yang membolehkan individu mengurus pembolehubah yang saling berhubungan dalam persekitaran kompleks serta membuat keputusan berasaskan analisis sistematik. Dalam bidang pendidikan, keupayaan ini menjadi semakin kritikal kerana guru perlu menilai data pembelajaran, mengenal pasti isu instruksional, dan memilih strategi pedagogi yang sesuai secara berterusan (Csapó & Funke, 2017). Malah, analisis

bibliometrik terbaharu turut menegaskan bahawa CPS semakin diiktiraf sebagai kompetensi utama dalam membuat keputusan pendidikan abad ke-21 (Azizan, Matore & Omar, 2025).

Bagi menjamin kualiti pengajaran guru sejajar dengan kehendak dasar pendidikan, proses penambahbaikan secara berterusan amat diperlukan (Sabtu et al., 2023). Pelbagai model dan kaedah telah diperkenalkan oleh institusi pendidikan bagi mengekalkan dan meningkatkan mutu pengajaran (Taraza et al., 2023). Salah satu pendekatan yang semakin mendapat tempat ialah Six Sigma yang terbukti berkesan dalam memperkukuh kualiti pengajaran (Abdulla & Kavilal, 2022; Wang, 2022). Beberapa kajian terdahulu turut menunjukkan keberkesanan Six Sigma dalam meningkatkan mutu pengajaran (Al Kuwaiti & Subbarayalu, 2015; Sunder, 2014; Yu & Ueng, 2012). Di peringkat antarabangsa, integrasi Six Sigma dan Lean Six Sigma terus berkembang sebagai strategi untuk mengurangkan variasi dan meningkatkan jaminan kualiti dalam pelbagai sektor. Lebih mutakhir, pendekatan Green Lean Six Sigma (GLSS) telah dibincangkan secara meluas sebagai strategi pembangunan mampan yang menggabungkan elemen kualiti, efisiensi dan kelestarian (Ghasemibojd, Franchetti & George, 2025). Malah, Lean Six Sigma kini turut dikaitkan dengan prinsip kelestarian, apabila Swarnakar, Singh, Antony dan Cudney (2025) mengemukakan satu kerangka teori untuk mengaplikasikan Lean Six Sigma secara mampan yang boleh disesuaikan dengan pelbagai konteks, termasuk bidang pendidikan. Namun, setakat ini, penggunaannya lebih tertumpu di institusi pengajian tinggi dan masih kurang diaplikasikan di peringkat lain terutamanya dalam konteks pendidikan di Malaysia (Sabtu & Matore, 2024).

Selain itu, kajian ini turut sejajar dengan aspirasi Matlamat Pembangunan Mampan (Sustainable Development Goals, SDG) yang digariskan oleh Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu. Dalam konteks SDG 4 (Pendidikan Berkualiti), integrasi matlamat ini ke dalam kurikulum pendidikan antarabangsa telah dikenal pasti sebagai faktor penting bagi memastikan pendidikan yang inklusif, saksama dan berkualiti, di samping menggalakkan pembelajaran sepanjang hayat (Pham Xuan & Håkansson Lindqvist, 2025). Usaha mengarusperdanakan SDG 4 dalam sistem pendidikan menunjukkan bahawa penekanan terhadap kualiti pengajaran guru merupakan prasyarat utama untuk mencapai transformasi pendidikan yang lebih mampan. Sementara itu, SDG 3 (Kesihatan dan Kesejahteraan) turut memberi penekanan kepada aspek kesejahteraan guru yang melibatkan ketahanan emosi, hubungan interpersonal, dan sokongan profesional. Dapatan kajian mutakhir di Slovakia menegaskan bahawa kesejahteraan guru secara langsung mempengaruhi keberkesanan pengajaran dan pembelajaran, sekali gus memperlihatkan kepentingannya sebagai sebahagian daripada strategi pembangunan mampan dalam pendidikan (Blaskova & Winter, 2025). Oleh itu, penilaian kualiti pengajaran guru melalui instrumen yang sahih dan boleh dipercayai bukan sahaja menyokong penambahbaikan sistem pendidikan, malah menyumbang secara signifikan terhadap pencapaian kedua-dua matlamat SDG ini.

Sehubungan itu, kajian ini dilaksanakan dengan objektif berikut:

1. Menentukan kesahan kandungan instrumen T²Qi-6 σ melalui Kaedah Fuzzy Delphi (FDM) dengan melibatkan panel pakar.
2. Menenal pasti item yang sesuai dan relevan untuk menilai kualiti pengajaran guru berasaskan lima konstruk Six Sigma, iaitu mengenal pasti, mengukur, menganalisis, menambahbaik dan mengawal.
3. Menyaring serta menggugurkan item yang tidak memenuhi syarat kesahan kandungan berdasarkan nilai ambang (d), tahap kesepakatan pakar dan proses defuzzifikasi.
4. Meneroka pandangan tentang Instrumen Pengukuran Kualiti Pengajaran Guru Berasaskan Six Sigma: Penentuan Kesahan Kandungan melalui Analisis Fuzzy Delphi secara reflektif bagi refleksi untuk tindakan (reflection for-action).
5. Mencadangkan prospek Instrumen Pengukuran Kualiti Pengajaran Guru Berasaskan Six Sigma: Penentuan Kesahan Kandungan melalui Analisis Fuzzy Delphi berkaitan kesedaran, pengetahuan, sikap dan praktis

Kajian Literatur

Kualiti Pengajaran Guru

Dalam perbincangan mengenai faktor penentu kejayaan pelajar, aspek kualiti pengajaran guru sering menjadi perhatian utama (Martín-Pastor et al., 2023). Pelbagai kajian menunjukkan bahawa keberkesanan guru dalam menyampaikan pengajaran mempunyai pengaruh langsung terhadap pencapaian pelajar (Almutairi & Shraid, 2021; Darling Hammond et al., 2017; Deti Rostini et al., 2022; Podungge et al., 2020). Hal ini menegaskan bahawa tahap pencapaian pelajar

banyak bergantung kepada usaha, kreativiti, dan strategi pengajaran yang digunakan oleh guru (Ruiz-Alfonso et al., 2021). Oleh sebab itu, guru digalakkan untuk mengaplikasikan pendekatan pengajaran yang kreatif dan inovatif bagi menarik minat serta meningkatkan penglibatan pelajar dalam proses pembelajaran (Blömeke et al., 2022). Sehubungan itu, sistem pendidikan memerlukan kaedah penilaian pengajaran yang sah dan boleh dipercayai bagi memastikan peningkatan berterusan dalam kualiti pendidikan (Martín-Pastor et al., 2023).

Kajian lepas juga menegaskan bahawa penilaian terhadap kualiti pengajaran berfungsi bukan sahaja untuk menilai pencapaian guru, tetapi juga untuk mengenal pasti kelemahan yang wajar ditambah baik (Almutairi & Shraid, 2021; Ansari et al., 2018). Penilaian ini turut berperanan penting dalam usaha meningkatkan kualiti keseluruhan institusi pendidikan (Jayamohan & Bhasi, 2021). Tambahan pula, kajian terkini mengesyorkan guru agar sentiasa membuat refleksi terhadap amalan PdP mereka untuk memperkukuh kemahiran serta profesionalisme (Amirian et al., 2022). Kebanyakan negara juga telah menetapkan piawaian khusus bagi menilai mutu pengajaran guru sebagai langkah untuk memastikan tahap pengajaran yang konsisten dan memuaskan dapat dicapai (AITSL, 2017; GOV.UK, 2021; NBPTS, 2016). Walau bagaimanapun, realitinya tidak semua sistem penilaian guru mampu menyumbang kepada peningkatan kompetensi guru dan mutu pendidikan secara menyeluruh (Darling-Hammond et al., 2015; Gerritsen et al., 2016). Hal ini kerana pelaksanaan penilaian lebih banyak memberi penekanan kepada pemarkahan pengajaran dan pembelajaran (PdP) berbanding mengenal pasti punca kelemahan atau merangka strategi penambahbaikan. Callahan dan Sadeghi (2015) menekankan bahawa penilaian PdP seharusnya difokuskan kepada aspek kekuatan dan kelemahan guru, mengenal pasti isu sebenar dalam proses pengajaran, serta menyusun langkah penambahbaikan bagi meningkatkan kualiti pembelajaran dalam bilik darjah.

Tambahan lagi, dapatan kajian Bijlsma, Glas dan Visscher (2021) menunjukkan bahawa masih wujud keterbatasan dari segi instrumen yang boleh menilai kualiti pengajaran guru secara menyeluruh, malah sehingga kini belum ada instrumen standard yang digunakan pada peringkat global. Keadaan ini menyebabkan wujudnya perbezaan pandangan dan ketidakselarasan dalam penilaian kualiti guru. Malah, kebanyakan kajian antarabangsa lebih menumpukan kepada kualiti pengajaran di Institusi Pengajian Tinggi (Ashwin, 2022; Ekawati et al., 2022; Wang, 2022) berbanding di sekolah atau peringkat pendidikan rendah dan menengah. Dalam konteks tempatan, Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) telah melaksanakan beberapa sistem penilaian bagi menilai kualiti pengajaran guru, antaranya Instrumen Standard Guru Malaysia (SGM) dan Instrumen Penilaian Standard Kualiti Pendidikan Malaysia Gelombang 2 (SKPMg2) di bawah Bahagian Jemaah Nazir dan Jaminan Kualiti (JNJK). Walaupun kedua-dua instrumen ini digunakan untuk menilai kecekapan dan amalan profesional guru, penilaiannya lebih tertumpu kepada pematuhan terhadap piawaian dan standard pengajaran yang ditetapkan (KPM, 2017).

Namun begitu, beberapa penyelidikan tempatan (contohnya Ambon et al., 2024; Abdullah et al., 2024) mendapati bahawa penilaian tersebut masih bersifat summatif dan berorientasikan pemarkahan, bukan sebagai alat refleksi sendiri yang membantu guru memperbaiki amalan mereka secara berterusan. Selain itu, instrumen sedia ada kurang menilai aspek kesedaran, pengetahuan, sikap dan amalan reflektif guru terhadap kualiti pengajaran, yang merupakan komponen penting dalam pembentukan budaya kualiti sekolah. Kekangan ini mewujudkan keperluan bagi membangunkan satu instrumen baharu yang lebih bersifat formatif, reflektif dan berfokus kepada pembangunan profesional guru secara menyeluruh.

Pendekatan Six Sigma Dalam Pendidikan

Pendekatan Six Sigma mula diperkenalkan oleh Motorola pada pertengahan 1980-an sebagai satu kaedah pengurusan kualiti (LeMahieu et al., 2017; Mazumder, 2014; Pal & Ghosh, 2022). Kejayaan besar yang dicapai oleh syarikat tersebut telah menarik perhatian syarikat multinasional lain termasuk Allied Signal, Texas Instruments Defense Group, IBM dan Digital Electronics yang kemudiannya turut mengaplikasikan pendekatan ini. Melalui pelaksanaannya, organisasi-organisasi ini berjaya meningkatkan keberkesanan operasi serta memenuhi tuntutan pelanggan yang semakin mencabar. Seiring dengan keberhasilan tersebut, Six Sigma semakin berkembang dan menjadi metodologi yang diiktiraf di seluruh dunia, terutamanya selepas kejayaan General Electric memperoleh keuntungan besar hasil daripada penggunaannya pada tahun 1995 (Cronemyr, 2007; Stamatis, 2002).

Memasuki era 2000-an, Six Sigma mula diperluaskan ke dalam bidang pendidikan dan didapati mampu memberikan impak yang signifikan (Abdulla & Kavilal, 2022; Cudney et al., 2014). Tinjauan literatur menunjukkan bahawa ia merupakan strategi yang berkesan dalam meningkatkan prestasi serta kualiti institusi pendidikan (Cudney,

Elrod & Stanley, 2014; Cudney et al., 2018). Malah, menurut Sabtu dan Matore (2024), antara tahun 2012 hingga 2022, terdapat peningkatan jumlah kajian yang menunjukkan peralihan penggunaan Six Sigma daripada sektor berorientasikan keuntungan kepada sektor pendidikan. Penggunaan dalam konteks pendidikan lebih menumpukan kepada aspek pengurusan, pengajaran dan pembelajaran serta pembangunan pelajar.

Beberapa penyelidikan membuktikan keberkesanan Six Sigma dalam memperkukuh pengurusan institusi pendidikan (Biju & Nair, 2017; LeMahieu, Nordstrum & Cudney, 2017; Sandu & Sharma, 2020). Sebagai contoh, kajian Abdulla dan Kavilal (2022) di India mendapati pendekatan ini membantu mengenal pasti faktor penyebab kepada kelemahan dalam sistem pendidikan teknikal. Manakala kajian oleh MacIel-Monteon et al. (2020) pula membuktikan bahawa Six Sigma menyokong pihak universiti dalam mengenal pasti bidang yang memerlukan penambahbaikan sekaligus meningkatkan mutu pengurusan. Dalam konteks pembangunan pelajar, Six Sigma turut diaplikasikan bagi memperbaiki pencapaian akademik (Arafah, 2016; Arafah et al., 2021; Laux et al., 2017; M. Alkoot, 2019; Mazumder, 2014). Namun, di peringkat tempatan, belum terdapat kajian yang menggunakan Six Sigma untuk menilai kualiti pengajaran guru.

Walau bagaimanapun, masih terdapat kekurangan dari sudut kajian yang meneliti aplikasi Six Sigma secara khusus untuk tujuan pengukuran dan penilaian kualiti pengajaran. Kajian yang sedia ada lebih banyak memberi tumpuan kepada aspek pembangunan profesional pensyarah di institusi pengajian tinggi (Al Kuwaiti & Subbarayalu, 2015; Sunder, 2014; Vijay, 2013; Wang, 2022; Yu & Ueng, 2012). Oleh itu, masih wujud keperluan untuk meneroka potensi Six Sigma dalam membangunkan strategi yang lebih mampan, efisien dan berkesan bagi meningkatkan kualiti pengajaran di peringkat sekolah. Hal ini penting kerana isu kualiti pengajaran merupakan agenda global dalam pendidikan dan memberi kesan langsung terhadap perkembangan serta pencapaian pelajar.

Kesahan Kandungan

Dalam bidang pengukuran pendidikan dan psikologi, kesahan merujuk kepada tahap ketepatan sesuatu instrumen dalam menilai perkara yang sepatutnya diukur. Aspek ini dianggap asas penting dalam pembinaan instrumen kerana tanpa kesahan yang memadai, ciri psikometrik instrumen akan terjejas walaupun ia mempunyai tahap kebolehpercayaan yang tinggi (DeVellis & Thorpe, 2020). Proses pengesahan diperlukan bagi memastikan instrumen memenuhi ciri-ciri yang tepat, relevan serta bermakna, sekali gus menjamin penggunaannya benar-benar memberi nilai kepada kajian (Furr, 2021; Zamanzadeh et al., 2015). Atas sebab itu, kesahan perlu dilaksanakan dengan teliti supaya instrumen yang dibangunkan mencapai ketepatan yang dikehendaki. Umumnya, kesahan dikategorikan kepada beberapa jenis, antaranya kesahan muka, kesahan kandungan, kesahan kriteria dan kesahan konstruk, yang masing-masing mempunyai tujuan khusus (Taherdoost, 2016).

Kesahan kandungan merupakan langkah awal dalam proses validasi instrumen, selain daripada kesahan konstruk dan kriteria (Bond, Yan & Heene, 2021; DeVellis & Thorpe, 2020). Ia menekankan kepada penilaian terhadap setiap item sama ada benar-benar mewakili konstruk yang ingin diukur (Cohen, Schneider & Tobin, 2022). Dua aspek utama yang menjadi tumpuan ialah kesesuaian dan keterwakilan item dalam menggambarkan konsep yang dikaji (Roebianto et al., 2023). Pada masa yang sama, kesahan kandungan juga menjadi asas kepada kesahan konstruk, kerana sesuatu instrumen yang gagal merangkumi dimensi konstruk sepenuhnya berisiko menghasilkan ukuran yang tidak sepadan dengan konstruk lain atau kriteria berkaitan (Koller et al., 2017). Oleh itu, peranan kesahan kandungan adalah kritikal dalam menjamin ketepatan instrumen, dengan pertimbangan pakar menjadi sumber utama dalam proses ini (Fernández-Gómez et al., 2020; Koller et al., 2017; Zamanzadeh et al., 2015). Walaupun kebolehpercayaan merupakan syarat penting, ia tidak menjamin ketepatan pengukuran tanpa adanya kesahan kandungan kerana hanya melalui kesahan inilah sesuatu instrumen dapat mengukur apa yang sepatutnya dinilai (Furr, 2021).

Sehubungan itu, penetapan kesahan kandungan bagi instrumen pengukuran kualiti pengajaran guru berasaskan pendekatan Six Sigma ($T^2Q_i-6\sigma$) amat penting bagi memastikan setiap item yang dibina bersifat tepat, relevan dan dapat diukur secara empirikal. Validasi terhadap instrumen baharu perlu dilaksanakan untuk memastikan ketepatan dan kesesuaian setiap item (Furr, 2021). Menurut Zamanzadeh et al. (2015), kesahan kandungan menggambarkan keupayaan sebenar instrumen untuk menilai perkara yang dikehendaki. Manakala Bougie dan Sekaran (2020) pula menekankan bahawa proses ini penting bagi menilai keberkesanan setiap item dalam konteks kajian tertentu. Dalam pelaksanaannya, kesepakatan serta konsensus pakar menjadi asas untuk memutuskan sama ada sesuatu item dikekalkan, ditambah baik atau digugurkan, agar benar-benar menepati konstruk yang hendak diukur (Finch & French, 2019).

Kaedah Fuzzy Delphi

Kajian-kajian literatur menunjukkan bahawa kesahan kandungan sesuatu instrumen boleh disahkan menggunakan FDM (Karim et al., 2017). Sejumlah penyelidikan terdahulu telah membuktikan bahawa FDM merupakan pendekatan yang sesuai dan diterima secara meluas bagi memperoleh kesepakatan pakar dalam pelbagai bidang penyelidikan (Hasim et al., 2023; Nor et al., 2022; Singh et al., 2021). Kaedah ini dibangunkan berasaskan teknik Delphi tradisional dengan menambahkan konsep nombor Fuzzy (Fuzzy set) ke dalam prosedurnya (P. Galanis, 2018; Singh et al., 2021). Walaupun bukanlah kaedah baharu, FDM dianggap sebagai bentuk penambahbaikan kepada Delphi kerana ia lebih berupaya mengatasi masalah ketidakpastian dan kekaburan dalam sesuatu bidang kajian (Yusoff et al., 2021; de Hierro et al., 2021).

Berbanding dengan kaedah Delphi asal, FDM dinilai lebih objektif dan sistematik kerana ia menggunakan analisis statistik dalam menentukan konsensus pakar (Ciptono et al., 2019). Ishikawa et al. (1993) juga membuktikan bahawa FDM mampu menangani isu kekaburan yang sering wujud dalam proses mendapatkan kata sepakat panel Delphi. Menurut Yusoff et al. (2021), pembangunan FDM bertujuan menampung kelemahan yang terdapat dalam kaedah tradisional. Melalui pendekatan ini, kesepakatan pakar diterjemahkan ke dalam bentuk kuantitatif dan empirikal walaupun pada asasnya bersumberkan penilaian subjektif (Hasim et al., 2023). Oleh itu, FDM diiktiraf sebagai satu kaedah pengukuran yang lebih sistematik dan mampu menghasilkan keputusan yang sah berdasarkan konsensus pakar.

Antara kelebihan FDM ialah ia dapat memendekkan bilangan pusingan yang biasanya dijalankan dalam kaedah Delphi konvensional, sekali gus mengurangkan rasa jemu dalam kalangan pakar dan penyelidik. Melalui penggunaan unsur fuzzy, analisis kesepakatan pakar boleh dilaksanakan hanya dalam satu pusingan (Singh et al., 2021; Jamil et al., 2013). Selain itu, FDM lebih menjimatkan dari segi masa dan kos pelaksanaan soal selidik (de Hierro et al., 2021; Yusoff et al., 2021). Kaedah ini juga dapat mengurangkan kemungkinan kehilangan data kerana pakar yang dipilih menepati kriteria yang ditetapkan dan berupaya memberikan pandangan yang menyeluruh (Bojadziew & Bojadziew, 2007; de Hierro et al., 2021; Jamil et al., 2013). Yang paling penting, FDM tidak memesongkan makna asal pandangan pakar, sebaliknya mengekalkan keaslian respons mereka (de Hierro et al., 2021). Oleh sebab itu, FDM dianggap sebagai instrumen yang berkesan dan boleh dipercayai dalam membantu penyelidik mendapatkan data yang konsisten dan komprehensif.

Metodologi

Panel Pakar

Pemilihan pakar merupakan aspek penting kerana ketepatan hasil kajian banyak bergantung kepada pandangan serta kepakaran mereka. Baker et al. (2006) menegaskan bahawa individu yang dilantik sebagai pakar perlu memiliki kelayakan dan pengalaman yang sesuai. Dalam kajian ini, terdapat 2 kategori pakar iaitu pakar profesional dan juga pakar lapangan. 9 orang pakar profesional dan 5 orang pakar lapangan yang dipilih terdiri daripada ahli akademik berkelulusan doktor falsafah dengan pengalaman minimum sepuluh tahun dalam bidang kepakaran masing-masing. Dari segi bilangan, kajian ini berpandukan saranan Jones dan Twiss (1978) yang mencadangkan 10 hingga 50 orang pakar, serta Adler dan Ziglio (1996) yang mengesyorkan antara 10 hingga 15 orang pakar adalah mencukupi. Berdasarkan panduan ini, seramai 14 pakar telah dipilih secara persampelan bertujuan, terdiri daripada sembilan pakar profesional dan lima pakar lapangan. Pemilihan ini dibuat dengan mengambil kira pelbagai pandangan sebagaimana ditekankan oleh Rubio et al. (2003) dan Jamil et al. (2019).

Kesemua pakar profesional berkhidmat di universiti awam dan swasta serta aktif menerbitkan penulisan akademik daripada Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI), Universiti Malaya (UM), Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah (UMPSA), Universiti Putra Malaysia (UPM), Universiti Sultan Zainal Abidin (UNISZA) dan Universiti Malaysia Sarawak (UNIMAS). Mereka memiliki pengalaman lebih daripada sepuluh tahun dalam bidang berkaitan pengukuran, kurikulum serta pengajaran dan pembelajaran. Sementara itu, lima pakar lapangan terdiri daripada pensyarah Institut Aminuddin Baki (IAB), Institut Pendidikan Guru (IPG), Institut Pendidikan Guru Malaysia (IPGM), dan pegawai Jemaah Nazir (JN), yang mempunyai pengalaman luas dalam bidang pengajaran serta penilaian pendidikan. Jadual 1 memperincikan latar belakang kesemua 14 pakar yang terlibat dalam semakan kesahan kandungan instrumen T²Qi-6σ.

Jadual 1: Senarai Pakar Kesahan Kandungan Instrumen

Pakar	Bidang Kepakaran	Jawatan	Universiti/ Institusi	Tempoh Pengalaman
1	Pengukuran & Penilaian Pendidikan	Profesor Madya	UPSI	27 tahun
2	Pengajaran & Pembelajaran	Profesor Madya	UM	24 tahun
3	Pengajaran & Pembelajaran	Profesor Madya	UMPSA	25 tahun
4	Pengukuran Pendidikan	Dr.	UPSI	16 tahun
5	Pengukuran & Penilaian	Dr.	UPM	15 tahun
6	Kurikulum & Pengajaran	Dr.	UPM	16 tahun
7	Pengajaran & Pembelajaran	Dr.	UNISZA	17 tahun
8	Pengajaran & Pembelajaran	Dr.	UNISZA	16 tahun
9	Pengajaran & Pembelajaran	Dr.	UNIMAS	12 tahun
10	Pengukuran Pendidikan	Dr.	IAB	26 tahun
11	Pengukuran Pendidikan	Dr.	IPG	21 tahun
12	Kurikulum & Pedagogi	Dr.	IPGM	33 tahun
13	Pengajaran & Pembelajaran	Dr.	IAB	30 tahun
14	Pengajaran & Pembelajaran	Dr.	JN	32 tahun

Nota : UPSI – Universiti Pendidikan Sultan Idris, UM - Universiti Malaya, Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah, UPM- Universiti Putra Malaysia, UNISZA- Universiti Sultan Zainal Abidin, UNIMAS - Universiti Malaysia Sarawak, IAB- Institut Aminuddin Baki, IPG- Institut Pendidikan Guru, IPGM- Institut Pendidikan Guru Malaysia, JN-Jemaah Nazir

Instrumen

Bagi menilai kesahan kandungan, 14 pakar tersebut menggunakan teknik FDM untuk menilai kesesuaian 200 item instrumen $T^2Q_i-6\sigma$. Setiap item dinilai berdasarkan skala Likert tujuh mata seperti yang disarankan oleh Jamil et al. (2019) untuk meningkatkan ketepatan dan kebolehppercayaan data. Pakar hanya perlu memilih satu tahap kesetujuan bagi setiap item berdasarkan skala yang ditetapkan dalam Jadual 2, di samping ruang tambahan disediakan untuk memberi komen atau cadangan penambahbaikan. Pendekatan ini memastikan aspek kandungan, bahasa, dan kejelasan makna item dapat diteliti secara menyeluruh sebelum instrumen digunakan dalam kajian sebenar.

Jadual 2: Tahap Kesepakatan dan Skala Fuzzy bagi 7 Mata

Skala	Pembolehubah Linguistik	Skala Fuzzy
1	Sangat Tidak Setuju	(0.0,0.0,0.1)
2	Tidak Setuju	(0.0,0.1,0.3)
3	Agak Tidak Setuju	(0.1,0.3,0.5)
4	Sederhana Setuju	(0.3,0.5,0.7)
5	Setuju	(0.5,0.7,0.9)
6	Sangat Setuju	(0.7,0.9,1.0)
7	Amat Sangat Setuju	(0.9,1.0,1.0)

Pengumpulan Data

Menurut Brinkman (2009), kaedah pengumpulan data boleh dilaksanakan dalam pelbagai bentuk mengikut kesesuaian dan keperluan pakar. Dalam kajian ini, kaedah pengumpulan data dilaksanakan secara bersemuka dan juga dalam talian. Pada peringkat awal, pakar dihubungi melalui e-mel untuk diberikan penjelasan berkenaan objektif serta prosedur kajian, selain mendapatkan kesepakatan mereka sebagai penilai kesahan kandungan. Selepas kesepakatan diberikan, mereka menerima borang semakan instrumen $T^2Q_i-6\sigma$ secara dalam talian bersama definisi operasional bagi setiap konstruk. Daripada jumlah tersebut, seramai sebelas orang pakar menjalankan semakan item melalui platform dalam talian, manakala tiga orang pakar mengikuti sesi soal jawab bersemuka untuk mendapatkan kefahaman lebih jelas terhadap item yang dibina. Pendekatan ini diambil bagi memastikan proses semakan dilakukan secara menyeluruh melalui gabungan kaedah atas talian dan bersemuka.

Proses Fuzzy Delphi dalam kajian ini hanya melibatkan satu pusingan kerana tahap kesepakatan pakar telah mencapai syarat yang disarankan dalam literatur FDM. Berdasarkan Mohd Yusoff et al. (2021) dan Pazilah et al. (2024), satu pusingan FDM dianggap mencukupi apabila peratus kesepakatan melebihi 75%, nilai ambang (d) ≤ 0.2 ,

dan nilai α -cut ≥ 0.5 , menandakan konsensus pakar yang stabil. Dalam kajian ini, semua kriteria tersebut dipenuhi, menunjukkan bahawa pusingan tambahan tidak diperlukan. Tambahan pula, prinsip kesahan kandungan asal oleh Lawshe (1975) turut menyokong bahawa sesuatu item dianggap sah apabila mencapai tahap kesepakatan pakar yang signifikan. Oleh itu, satu pusingan FDM sudah memadai untuk mengesahkan kandungan instrumen ini.

Dapatan dan Perbincangan

Kesahan kandungan bagi instrumen T²Qi-6 σ dinilai melalui dua pendekatan utama, iaitu Nombor Triangular Fuzzy (Triangular Fuzzy Numbers) dan Proses Defuzzifikasi (Defuzzification Process). Penerimaan konstruk serta item bergantung pada tiga syarat yang ditetapkan hasil kesepakatan 14 orang pakar. Dua syarat pertama ditentukan melalui analisis nombor kabur segitiga, manakala syarat ketiga melibatkan proses defuzzifikasi untuk menilai skor serta menentukan kedudukan atau keutamaan konstruk dan item.

Nombor Triangular Fuzzy

Langkah pertama melibatkan penentuan nombor kabur segitiga berdasarkan purata nilai Fuzzy yang terdiri daripada nilai minimum (m_1), nilai munasabah (m_2) dan nilai maksimum (m_3) (de Hierro et al., 2021; Nor et al., 2022). Dalam soal selidik kesahan kandungan, setiap pakar memilih tahap kesepakatan melalui skala Likert. Respons tersebut kemudian ditukar kepada skala kabur dengan nilai m_1 , m_2 dan m_3 . Selepas semua data diperoleh, nilai ambang (d) dikira sebagai jarak antara dua nombor Fuzzy, m (m_1, m_2, m_3) dan n (n_1, n_2, n_3) menggunakan rumus berikut,

$$d(m, n) = \sqrt{\frac{1}{3} (m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2} \dots \dots \dots (1)$$

Seterusnya, nilai ambang (d -konstruk) dikira dengan rumus:

$$(d\text{-konstruk}) = \frac{\sum \text{Nilai ambang purata } (d) \text{ bagi setiap item}}{\text{Jumlah pakar} \times \text{Jumlah item dalam konstruk}} \dots \dots \dots (2)$$

Dua syarat perlu dipenuhi pada langkah pertama ini. Syarat pertama ialah jarak antara purata dan data penilaian pakar mestilah ≤ 0.2 bagi membuktikan wujudnya kesepakatan pakar. Analisis konsensus 14 pakar menunjukkan nilai ambang, d , bagi 125 item T²Qi-6 σ adalah sama dengan 0.2 atau kurang daripada 0.2 (dibundarkan kepada tiga tempat perpuluhan). Syarat kedua menetapkan bahawa peratus kesepakatan panel pakar $\geq 75\%$. Sebanyak 125 item memenuhi ambang konsensus ini. Oleh itu, kedua-dua syarat telah dipenuhi dan Fuzzy Delphi tidak perlu diulang untuk mencapai nilai yang ditetapkan. Susulan itu, analisis diteruskan kepada kaedah kedua, iaitu pengiraan skor Fuzzy melalui Proses Defuzzifikasi.

Proses Defuzzifikasi

Langkah kedua yang juga memenuhi syarat ketiga ialah Proses Defuzzifikasi. Kaedah ini digunakan bagi menentukan nilai skor untuk menetapkan kedudukan/keutamaan setiap item T²Qi-6 σ . Proses ini turut menilai penerimaan atau penolakan item berdasarkan kesepakatan pakar dengan membandingkan skor Purata Nombor Fuzzy (Average Response) terhadap nilai α -Cut (diterima jika α -Cut > 0.5), menandakan kesepakatan pakar terhadap item berkenaan (Bodjanova, 2005). Rumus khusus adalah:

$$A_{maks} = \frac{1}{3} * (m_1 + m_2 + m_3) \dots \dots \dots (3)$$

Jadual 3. Analisis FDM bagi lima item setiap konstruk DMAIC

Tabel 5.7 Analisis Fuzzy pada lima item setiap konsultasi Fuzzy										
Konstruk	Item	Terma nombor Triangular Fuzzy		Terma Proses Defuzzification			kesepakatan Pakar	Item Diterima	Kedudukan	
		Nilai Threshold (d)	kesepakatan Kumpulan Pakar	m ₁	m ₂	m ₃				Skor Fuzzy (A)
Mengenal	12	0.037	100%	0.871	0.986	1.000	0.952	Diterima	0.952	1

Pasti (Define)	30	0.051	100%	0.857	0.979	1.000	0.945	Diterima	0.945	2
	34	0.051	100%	0.857	0.979	1.000	0.945	Diterima	0.945	2
	23	0.062	100%	0.843	0.971	1.000	0.938	Diterima	0.938	4
	29	0.062	100%	0.843	0.971	1.000	0.938	Diterima	0.938	4
Mengukur (Measure)	28	0.051	100%	0.857	0.979	1.000	0.945	Diterima	0.945	1
	15	0.062	100%	0.843	0.971	1.000	0.938	Diterima	0.938	2
	16	0.062	100%	0.843	0.971	1.000	0.938	Diterima	0.938	2
	22	0.062	100%	0.843	0.971	1.000	0.938	Diterima	0.938	2
	27	0.078	93%	0.843	0.964	0.993	0.993	Diterima	0.993	5
Menganali sis (Analyze)	29	0.037	100%	0.871	0.986	1.000	0.952	Diterima	0.952	1
	11	0.051	100%	0.857	0.979	1.000	0.945	Diterima	0.945	2
	19	0.062	100%	0.843	0.971	1.000	0.938	Diterima	0.938	3
	31	0.062	100%	0.843	0.971	1.000	0.938	Diterima	0.938	3
	38	0.062	100%	0.843	0.971	1.000	0.938	Diterima	0.938	3
Menambah Baik (Improve)	25	0.037	100%	0.871	0.986	1.000	0.952	Diterima	0.952	1
	34	0.051	100%	0.857	0.979	1.000	0.945	Diterima	0.945	2
	27	0.062	100%	0.843	0.971	1.000	0.938	Diterima	0.938	3
	24	0.070	100%	0.829	0.964	1.000	0.931	Diterima	0.931	4
	37	0.070	100%	0.829	0.964	1.000	0.931	Diterima	0.931	4
Mengawal (Control)	15	0.051	100%	0.857	0.979	1.000	0.945	Diterima	0.945	1
	14	0.062	100%	0.843	0.971	1.000	0.938	Diterima	0.938	2
	11	0.087	93%	0.829	0.957	0.993	0.926	Diterima	0.926	3
	7	0.095	93%	0.800	0.943	0.993	0.912	Diterima	0.912	4
	17	0.115	86%	0.786	0.929	0.986	0.900	Diterima	0.900	5

Secara keseluruhan, keputusan ini menunjukkan bahawa proses pengesahan item T²Qi-6 σ melalui kaedah Fuzzy Delphi telah dijalankan secara sistematik dan berpandukan prosedur yang disarankan dalam literatur. Tujuan utama kajian ini ialah memastikan FDM melaksanakan kesahan kandungan instrumen T²Qi-6 σ dengan menganalisis 200 item secara kuantitatif berasaskan kesepakatan 14 orang pakar, agar setiap item benar-benar mewakili kandungan yang dibina. Maklum balas pakar menunjukkan pelbagai bentuk respons, termasuk sokongan terhadap kesesuaian item, cadangan penggantian istilah, serta penambahbaikan terhadap struktur ayat bagi memperkukuh kejelasan dan ketepatan makna. Kepelbagaian maklum balas ini membolehkan penyelidik memperhalus item dengan lebih reflektif, sekali gus memastikan semakan kesahan kandungan dilakukan secara menyeluruh dan kontekstual..

Kesahan kandungan bagi 200 item T²Qi-6 σ dilaksanakan satu pusingan mengikut saranan Teknik Fuzzy Delphi. Tiga prasyarat digunakan untuk menentukan sama ada sesuatu item dikekalkan atau digugurkan: (i) nilai ambang d, (ii) peratus kesepakatan pakar, dan (iii) defuzzifikasi untuk penentuan skor serta ranking. Hasil analisis menunjukkan prasyarat (i) dan (ii) dipenuhi, menandakan kestabilan dan kekukuhan instrumen. Bagi prasyarat (iii), nilai Average of Fuzzy Number dibandingkan dengan α -Cut (> 0.5) bagi memutuskan penerimaan/penolakan item berdasarkan konsensus pakar.

Bahagian kualitatif turut dilaksanakan bagi mendapatkan pandangan pakar berkaitan penambahbaikan item. Dapatan menunjukkan instrumen T²Qi-6 σ yang berasaskan lima konstruk iaitu mengenalpasti, mengukur, menganalisis, menambahbaik dan mengawal adalah signifikan dan sesuai bagi meningkatkan kualiti pengajaran guru di Malaysia. Kesemua 125 item yang dikekalkan didapati berpotensi dan sesuai untuk kajian, manakala 75 item digugurkan kerana tidak memenuhi keperluan FDM (Jadual 4). Antara sebab pengguguran termasuk faktor bias, pengulangan maksud, pernyataan terlalu umum, serta item dua dimensi (double-barrel items). Secara umum, komen pakar tertumpu pada struktur ayat dan pengulangan, tanpa mengesan ralat besar seperti item yang tidak berkaitan atau konstruk yang tidak sesuai.

Jadual 4. Ringkasan Tiga Prasyarat selepas Analisis Fuzzy Delphi

Konstruk	Bil. Asal Item	Bil. Item Digugurkan	Senarai Item Digugurkan	Bil. Item Selepas Fuzzy
Mengenal Pasti	40	15	3, 4, 7, 8, 16, 17, 18, 19, 24, 25, 26, 33, 35, 36, 37, 40	25
Mengukur	40	15	3, 7, 9, 11, 17, 19, 21, 25, 29, 30, 32, 34, 35, 37, 38	25

Menganalisis	40	15	1, 3, 6, 9, 13, 16, 17, 21, 23, 24, 26, 32, 35, 36, 39	25
Menambahbaik	40	15	1, 2, 6, 8, 9, 10, 17, 18, 19, 20, 21, 26, 29, 36, 38	25
Mengawal	40	15	4, 6, 8, 9, 13, 19, 22, 25, 26, 27, 34, 35, 36, 37, 40	25
Total	200		75	125

Refleksi untuk Tindakan dan Prospek Instrumen

Hasil perbincangan pakar menunjukkan bahawa instrumen T²Qi-6σ dilihat bukan sahaja sebagai alat pengukuran, tetapi juga sebagai medium refleksi untuk tindakan (reflection for-action). Pandangan reflektif yang dikemukakan menekankan bahawa penilaian kualiti pengajaran perlu dilihat sebagai proses berterusan yang membantu guru menilai keberkesanan strategi sedia ada, memahami kekuatan dan kelemahan pengajaran, serta merancang langkah penambahbaikan yang lebih sesuai pada masa hadapan. Instrumen ini turut berpotensi memperkukuh kesedaran guru terhadap kepentingan budaya kualiti, memperluas pengetahuan tentang amalan penambahbaikan berasaskan data, serta membentuk sikap positif terhadap pengajaran reflektif. Malah, ia juga dilihat mampu mendorong amalan pedagogi yang lebih sistematik dan selaras dengan tuntutan pendidikan abad ke-21. Selain berfungsi sebagai medium refleksi, instrumen ini turut menunjukkan prospek yang signifikan dalam memperkukuh kesedaran, pengetahuan, sikap, dan praktis guru terhadap kualiti pengajaran. Panel pakar menilai bahawa T²Qi-6σ boleh meningkatkan tahap kesedaran guru tentang pentingnya pengajaran yang berkesan, memperluas pengetahuan mereka tentang metodologi berasaskan Six Sigma, membentuk sikap positif terhadap budaya refleksi berterusan serta menggalakkan praktis pedagogi yang lebih tersusun dan konsisten. Hal ini mengisyaratkan bahawa instrumen ini mempunyai potensi bukan sahaja sebagai mekanisme penilaian, tetapi juga sebagai alat pembangunan profesional guru yang berterusan.

Dapatan kajian ini turut menunjukkan bahawa beberapa item yang diterima dalam instrumen T²Qi-6σ menekankan dimensi membuat keputusan yang memerlukan guru berfikir secara kritis dan sistematik. Hal ini selari dengan konsep kemahiran penyelesaian masalah kompleks (CPS) yang digariskan oleh Funke (2014) serta Csapó dan Funke (2017), di mana proses penyelesaian masalah tidak hanya terhad kepada mencari jawapan, tetapi melibatkan pemahaman mendalam tentang struktur masalah, penilaian alternatif, dan pemilihan tindakan yang paling sesuai. Dalam konteks pengajaran, guru sering berhadapan dengan keadaan bilik darjah yang dinamik dan tidak menentu, yang menuntut keputusan pantas serta berkesan untuk memastikan kelancaran pembelajaran murid. Seperti yang diuraikan oleh Price dan Wieman (2023), CPS berkait rapat dengan proses membuat keputusan kerana ia memerlukan integrasi maklumat, pertimbangan pelbagai faktor, serta kebolehan merancang strategi jangka pendek dan panjang. Justeru, dapatan ini mengukuhkan kepentingan instrumen T²Qi-6σ bukan sahaja sebagai alat untuk menilai kualiti pengajaran guru, tetapi juga sebagai kerangka yang dapat mengasah keupayaan guru dalam membuat keputusan berasaskan CPS.

Impak daripada dapatan ini menunjukkan bahawa instrumen T²Qi-6σ berupaya menjadi pemangkin transformasi profesionalisme guru, bukan sahaja dalam meningkatkan kualiti pengajaran semasa tetapi juga dalam menyokong pencapaian matlamat pendidikan jangka panjang yang mampan, selaras dengan keperluan kompetensi abad ke-21 dan aspirasi SDG 3 serta SDG 4. Dapatan Fuzzy Delphi ini turut menunjukkan perkaitan langsung dengan matlamat pembangunan mampan yang digariskan oleh Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu. Dalam konteks SDG 4 (Pendidikan Berkualiti), instrumen T²Qi-6σ berfungsi sebagai alat refleksi profesional untuk membantu guru menilai, menganalisis dan menambah baik amalan pengajaran mereka secara berterusan. Hal ini menyokong prinsip pendidikan inklusif dan pembelajaran sepanjang hayat dengan memastikan kualiti pengajaran yang konsisten dan berasaskan data. Sementara itu, dari sudut SDG 3 (Kesihatan dan Kesejahteraan), proses refleksi melalui T²Qi-6σ berpotensi meningkatkan kesejahteraan guru dengan memupuk kesedaran terhadap keseimbangan antara tuntutan kerja dan kesejahteraan emosi. Apabila guru dapat menilai keberkesanan pengajaran mereka secara sistematik, ia membantu mengurangkan tekanan profesional dan meningkatkan kepuasan kerja. Justeru, dapatan kajian ini bukan sahaja memperkukuh usaha ke arah peningkatan kualiti pendidikan, tetapi turut menyumbang kepada ekosistem pengajaran yang sihat, lestari dan sejahtera sejajar dengan aspirasi SDG 3 dan SDG 4.

Kesimpulan

Kajian ini dilaksanakan bagi menilai kesahan kandungan instrumen pengukuran kualiti pengajaran guru berasaskan Six Sigma (T²Qi-6σ) melalui penggunaan FDM. Dapatan analisis daripada 14 orang pakar menunjukkan bahawa daripada

200 item yang dibangunkan, hanya 125 item memenuhi syarat yang ditetapkan, iaitu nilai ambang $d \leq 0.2$ serta tahap konsensus pakar sekurang-kurangnya 75%. Sejumlah 75 item pula digugurkan kerana tidak mencapai kriteria tersebut. Di samping itu, analisis kualitatif berasaskan komen serta cadangan pakar turut mengesahkan bahawa item yang dikekalkan adalah sah, relevan, dan sesuai digunakan untuk mengukur kualiti pengajaran guru. Instrumen T²Qi-6 σ yang diasaskan pada lima konstruk utama Six Sigma iaitu (i) mengenal pasti, (ii) mengukur, (iii) menganalisis, (iv) menambah baik, dan (v) mengawal, telah melalui proses pengesahan menggunakan FDM dan terbukti berpotensi sebagai alat penilaian kualiti pengajaran. Bukti kuantitatif yang diperoleh daripada analisis serta sokongan penilaian kualitatif pakar menunjukkan bahawa instrumen ini mampu menjadi kerangka yang kukuh untuk menilai keberkesanan pengajaran guru di Malaysia.

Selain itu, kajian ini mencadangkan agar kajian rintis dilaksanakan pada fasa seterusnya dengan menggunakan Model Rasch. Analisis melalui model tersebut dapat memberikan penilaian lebih mendalam terhadap ciri psikometrik instrumen, termasuk tahap kebolehppercayaan item, kesesuaian responden, serta unidimensionaliti konstruk. Dengan langkah ini, instrumen T²Qi-6 σ bukan sahaja diperkukuh dari aspek kesahan kandungan, tetapi juga dapat diperhalusi bagi menghasilkan set item yang lebih mantap dan berkualiti untuk diaplikasikan secara meluas dalam bidang pendidikan.

Kajian ini turut memberi implikasi penting terhadap usaha meningkatkan profesionalisme keguruan dan keberkesanan sistem pendidikan negara. Dengan menekankan prinsip Six Sigma, instrumen T²Qi-6 σ bukan sahaja menyediakan asas saintifik bagi menilai kualiti pengajaran guru, tetapi juga menyokong pencapaian agenda nasional dan antarabangsa seperti SDG 3 (Kesihatan dan Kesejahteraan) serta SDG 4 (Pendidikan Berkualiti). Implikasi praktikalnya ialah instrumen ini boleh dijadikan rujukan oleh pihak Kementerian Pendidikan Malaysia dalam menambah baik mekanisme penilaian, memberi panduan latihan pembangunan profesional berasaskan data serta membantu guru melaksanakan refleksi pengajaran secara sistematik. Hal ini menunjukkan bahawa instrumen ini berpotensi menjadi pemangkin kepada transformasi pendidikan yang lebih mampan dan berkesan.

Implikasi dan Limitasi Kajian

Kajian ini membawa beberapa implikasi yang signifikan dalam konteks pendidikan, khususnya berkaitan usaha menilai kualiti pengajaran guru. Pertama, dapatan menunjukkan bahawa instrumen T²Qi-6 σ berupaya menjadi satu mekanisme baharu dalam menilai keberkesanan pengajaran dengan menggunakan kerangka Six Sigma. Hal ini memberi ruang kepada pihak pembuat dasar dan pentadbiran sekolah untuk memanfaatkan instrumen ini sebagai alat penilaian yang lebih sistematik, seterusnya membantu mengenal pasti kelemahan yang wajar diberi perhatian serta ditambah baik.

Kedua, instrumen ini juga berpotensi dijadikan asas kepada kajian susulan yang menekankan aspek pembangunan kompetensi guru. Dengan lima konstruk utama yang telah disahkan melalui FDM, instrumen ini boleh dijadikan panduan dalam merancang strategi peningkatan profesionalisme guru dan sebagai ukuran keberkesanan pengajaran dalam sistem pendidikan Malaysia.

Namun begitu, terdapat beberapa batasan yang perlu diberi perhatian. Pertama, jumlah pakar yang terlibat dalam proses FDM adalah seramai 14 orang. Walaupun bilangan ini memenuhi syarat minimum sebagaimana disarankan oleh pengkaji terdahulu, ia masih boleh dianggap terhad untuk mewakili kepelbagaian pandangan secara menyeluruh. Kedua, kajian ini hanya memberi tumpuan kepada aspek kesahan kandungan instrumen T²Qi-6 σ , manakala dimensi psikometrik lain seperti kebolehppercayaan dan kesahan konstruk belum diuji. Oleh itu, dapatan kajian ini perlu difahami dengan mengambil kira keterbatasan tersebut.

Selain itu, aspek reflektif dan prospektif instrumen yang berkaitan dengan kesedaran, pengetahuan, sikap, dan praktis guru masih belum diuji secara empirikal pada peringkat pelaksanaan sebenar di bilik darjah. Oleh itu, kajian lanjutan wajar dilaksanakan dengan melibatkan bilangan pakar yang lebih ramai dan daripada latar belakang yang lebih pelbagai, di samping menjalankan kajian rintis menggunakan Model Rasch atau analisis faktor untuk menilai kebolehppercayaan serta kesahan konstruk. Dengan langkah ini, instrumen T²Qi-6 σ dapat diperkukuh dari sudut psikometrik dan seterusnya bersedia untuk diaplikasikan secara meluas sebagai alat penilaian kualiti pengajaran guru di Malaysia.

Rujukan

- A.Arokiasamy, A. R., & Krishnaswamy, J. (2021). Compatibility and Challenges of Implementing Total Quality Management in Education. *Proceeding on Engineering Sciences*, 405–411. <https://doi.org/doi:10.24874/PES03.04.004>
- Abdulla, A., & Kavilal. (2022). Analytical Investigation of Higher Education Quality Improvement by Using Six Sigma Approach. *HighTech and Innovation Journal*, 3(2), 196–206. <https://doi.org/10.28991/hij-2022-03-02-07>
- Abdullah, M. H., Abas, A., Mazlan, C. A. N., Harun, R., R. N. S. (2024). Re-Examining the Efficacy of Teaching Practice in Teacher Education in Malaysia: Challenges and Opportunities. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 22(2), 17682-17691. <https://doi.org/10.57239/PJLSS-2024-22.2.001288>
- Adler, M., & Ziglio, E. (1996). *The Delphi Method and Its Application to Social Policy and Public Health*. Jessica Kingsley Publisher.
- AITSL. (2017). The Australian Institute for Teaching and School Leadership. <https://www.aitsl.edu.au>
- Al Kuwaiti, A., & Subbarayalu, A. V. (2015). Appraisal of Students Experience Survey (SES) as a Measure to Manage The Quality of Higher Education in the Kingdom of Saudi Arabia: An Institutional Study Using Six Sigma Model. *Educational Studies*, 41(4), 430–443. <https://doi.org/10.1080/03055698.2015.1043977>
- Almutairi, T. S., & Shraid, N. S. (2021). Teacher Evaluation by Different Internal Evaluators: Head of Departments, Teachers Themselves, Peers and Students. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(2), 588–596. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i2.20838>
- Ambon, J., Alias, B., Mansor, A. N. (2024). Transforming Education: Innovative Practices In Teacher Continuous Professional Development. *Educational Administration: Theory and Practice*. 3094), 10154-10163. <https://doi.org/10.53555/kuey.v30i4.6185>
- Amirian, S. M. R., Ghaniabadi, S., Heydarnejad, T., & Abbasi, S. (2022). The Contribution of Critical Thinking and Self-Efficacy Beliefs to Teaching Style Preferences in Higher Education. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 2(1), 1–17. <https://doi.org/10.1108/JARHE-11-2021-0441>
- Ansari, A. Al, Arekat, M. R., & Salem, A. H. (2018). Validating the Modified System for Evaluation of Teaching Qualities: A Teaching Quality Assessment Instrument. *Advances in Medical Education and Practice*, 9, 881–886. <https://doi.org/10.2147/AMEP.S181094>
- Arafef, M. (2016). Leveraging Six Sigma Tools and Methodology to Improve Student English Language Performance at Elementary School. *American Journal of Operations Research*, 6(4), 261–274. <https://doi.org/10.4236/ajor.2016.64026>
- Arafef, M., Khader, M., Desouky, T. F., Azzam, N., & Aljundi, A. (2021). Six Sigma Application for Raising Student Academic Achievement. *Management Science Letters*, 11(1), 699–710. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2020.10.039>
- Ashwin, P. (2022). Developing Effective National Policy Instruments to Promote Teaching Excellence: Evidence From The English Case. *Policy Reviews in Higher Education*, 6(1), 27–45. <https://doi.org/10.1080/23322969.2021.1924847>
- Azizan, M. F., Mohd Matore, M. E. E., & Omar, M. (2025). A Bibliometric Analysis of Complex Problem-Solving Approaches in Engineering Education. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 7(1), 17–28. [10.35877/454RI.asci3846](https://doi.org/10.35877/454RI.asci3846)
- Baker, J., Lovell, K., & Harris, N. (2006). How Expert Are The Experts? An Exploration of The Concept of “Expert” Within Delphi Panel Technique. *Nurse Researcher*, 14(1), 59–70. <https://doi.org/10.7748/nr2006.10.14.1.59.c6010>
- Bijlsma, H. J. E., Glas, C. A. W., & J. Visscher, A. (2021). Factors Related to Differences in Digitally Measured Student Perceptions of Teaching Quality. *An International Journal of Research, Policy and Practice*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/09243453.2021.2023584>

- Biju, S., & Nair, S. kumaran. (2017). Measuring Academic Quality: A Three-Dimensional Approach for Internal Audit Using DMAIC. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 10(3–4), 236–257. <https://doi.org/10.1504/IJSSCA.2017.086600>
- Blaskova, L. J., & Winter, L. (2025). Mapping teacher wellbeing in Slovakia: insights into resilience, relationships, and support needs. *Front. Educ.* <https://doi.org/10.1584696>. doi: 10.3389/feduc.2025.1584696
- Blomeke, S., Jentsch, A., Ross, N., Kaiser, G., & Konig, J. (2022). Opening up the Black Box: Teacher Competence, Instructional Quality and Students' Learning Progress. *Learning and Instruction*, 79, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101600>
- Bodjanova, S. (2005). Median Alpha-Levels of a Fuzzy Number. *Fuzzy Sets and Systems*, 157(7), 879–891. <https://doi.org/doi:10.1016/j.fss.2005.10.015>
- Bojadziew, G., & Bojadziew, M. (2007). *Fuzzy Logic for Business, Finance, and Management* (2nd Editions). World Scientific Publisheng Co. Pte. Ltd.
- Bougie, R., & Sekaran, U. (2020). *Research Methods For Business A Skill Building Approach* (8th Editions). John Wiley & Sons, In.
- Brinkman, W.-P. (2009). Design of a Questionnaire. *Handbook of Mobile Technology Research Methods*, 31–57. <https://doi.org/10.1177/216507999504300406>
- Callahan, K., & Sadeghi, L. (2015). Teacher Perceptions of The Value of Teacher Evaluations: New Jersey's ACHIEVE NJ. *International Journal of Educational Leadership Preparation*, 10(1), 46–59.
- Ciptono, A., Setiyono, S., Nurhidayati, F., & Vikaliana, R. (2019). Fuzzy Delphi Method in Education: A mapping. *Journal of Physics: Conference Series*, 1360(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1360/1/012029>
- Cohen, R. J., Schneider, W. J., & M.Tobin, R. (2022). *Psychological Testing and Assessment, An Introduction to Test and Measurement* (1st Edition). McGraw-Hill.
- Cronemyr, P. (2007). DMAIC and DMADV – Differences, Similarities and Synergies. *International Journal Six Sigma and Competitive Advantage*, 3(3), 193–209.
- Csapó, B., & Funke, J. (2017). The development and assessment of problem solving in 21st-century schools. Dalam *The Nature of Problem Solving: Using Research to Inspire 21st Century Learning* (OECD 2017)
- Cudney, E. A., Elrod, C. C., & Stanley, S. M. (2014). A Systematic Literature Review of Six Sigma Practices in Education. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 8(3–4), 163–175. <https://doi.org/10.1504/ijssca.2014.067552>
- Cudney, E. A., Venuthurumilli, S. S. J., Materla, T., & Antony, J. (2018). Systematic Review of Lean and Six Sigma Approaches in Higher Education. *Total Quality Management and Business Excellence*, 31(3–4), 231–244. <https://doi.org/10.1080/14783363.2017.1422977>
- Darling Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective Teacher Professional Development*. In Learning Policy Institute. https://learningpolicyinstitute.org/sites/default/files/productfiles/Effective_Teacher_Professional_Development_R_EPORT.pdf
- Darling-Hammond, L., Amrein-Beardsley, A., Haertel, E., & Rothstein, J. (2015). Evaluating Teacher Evaluation. *Kappanmagazine.Org*, Jun, 8–15. <https://doi.org/10.4324/9780203053874-32>
- De Hierro, A. F. R. L., Sánchez, M., Puente-Fernández, D., Montoya-Juárez, R., & Roldán, C. (2021). A Fuzzy Delphi Consensus Methodology Based on a Fuzzy Ranking. *Mathematics*, 9(18), 1–18. <https://doi.org/10.3390/math9182323>
- Deti Rostini, Rifqi Zaeni Achmad Syam, & Willya Achmad. (2022). The Significance of Principal Management on Teacher Performance and Quality of Learning. *Jurnal Pendidikan*, 14(2), 2513–2520. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v14i2.1721>
- DeVellis, R. F., & T.Thorpe, C. (2020). *Scale Development Theory and Applications* (5th Editions). Sage Publications,Inc.

- Ekawati, R., Masriyah, Rosyidi, A. H., Prawoto, B. P., Prahmana, R. C. I., & Lin, F. L. (2022). Developing A Constructive Conceptual Framework Of A Pre-Service Mathematics Teachers' Content Knowledge Instrument On Space And Shape. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 10(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/math10010137>
- Fernández-Gómez, E., Martín-Salvador, A., Luque-Vara, T., Sánchez-Ojeda, M. A., Navarro-Prado, S., & Enrique-Mirón, C. (2020). Content validation Through Expert Judgement of an Instrument on the Nutritional Knowledge, Beliefs, and Habits of Pregnant Women. *Nutrients*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/nu12041136>
- Finch, W. H., & French, B. (2019). *Educational and Psychological Measurement*. Taylor & Francis Group.
- Furr, R. M. (2021). *Psychometrics: An Introduction* (4th Editions). SAGE Publications.
- G.Bond, T., Yan, Z., & Heene, M. (2021). Applying the Rasch Model Fundamental Measurement in the Human Sciences. In *Applying the Rasch Model* (4th editions). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781410614575>
- Gerritsen, S., Plug, E., & Webbink, D. (2016). Teacher Quality and Student Achievement: Evidence From a Sample of Dutch Twins. *Journal of Applied Econometrics*, 32(3), 643–660. <https://doi.org/10.1002/jae>
- Ghasemibojd, F., Franchetti, M. J., & George, B. (2025). Green Lean Six Sigma for sustainable development: A systematic review of evolution, challenges, and future pathways. *Clean Technologies and Environmental Policy*. <https://doi.org/10.1007/s10098-025-03281-y>
- GOV.UK. (2021). *Teachers' Standards Guidance for School Leaders, School Staff and Governing Bodies*. Department for Education. <https://assets.publishing.service.gov.uk>
- Greiff, S., & Funke, J. (2017). Measuring complex problem solving: The MicroDYN approach. In *The Nature of Problem Solving: Using Research to Inspire 21st Century Learning* (pp. 93–105). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264273955-en>
- Hasim, M. A., Jabar, J., Sufian, A., Ibrahim, N. F., & Khalid, F. A. (2023). Employing Fuzzy Delphi Techniques to Validate the Components and Contents of E-Learning Antecedents and Usage Behavior Towards E- Learning. *European Journal of Educational Research*, 12(2), 749–758.
- Ishikawa, A., Amagasa, M., Shiga, T., Tomizawa, G., Tatsuta, R., & Mieno, H. (1993). The Max-Min Delphi method and fuzzy Delphi method via Fuzzy Integration. *Fuzzy Sets and System*, 55(3), 241–253. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0165-0114\(93\)90251-C](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0165-0114(93)90251-C)
- Jahongirovich, I. A. (2022). Introduction of Advanced Pedagogical and Innovative Technologies in the Educational Process and Mechanisms to Improve the Quality of Education. *Journal Of Culture, Literature, and ELT*, 2(1), 64–67.
- Jamil, M. R. M., Hussin, Z., Noh, N. R. M., Sapar, A. A., & Alias, N. (2013). *Application of Fuzzy Delphi Method in Educational Research. Design and Developmental Researc*. Pearson Malaysia Sdn Bhd.
- Jamil, M. R. M., Siraj, S., Hussin, Z., Nor, N. M., & Sapar, A. A. (2019). *Pengenalan Asas Kaedah Fuzzy Delphi Dalam Penyelidikan Rekabentuk Pembangunan* (3rd Editions). Minda Intelek Agency.
- Jayamohan K.G, & Bhasi. A.B. (2021). Development of a Tool for Measuring Performance of Higher Educational Institutions by Applying Six Sigma Methodology in Teaching-Learning Process. *International Journal of Mechanical Engineering*, 6(3), 3525–3531.
- Jones, H., & B.Twiss. (1978). *Forecasting Technology for Planning Decisions*. Macmillan.
- Kakingo, J., & Lekule, C. (2021). Influence of Total Quality Management on Students' Academic Achievement in Public Secondary schools in Ifakara Town Council. *East African Journal of Education Studies*, 3(1), 158–171. <https://doi.org/10.37284/eajes.3.1.351>
- Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM). (2017). *Instrumen Penilaian Standard Kualiti Pendidikan Malaysia Gelombang 2 (SKPMg2)*. Bahagian Jemaah Nazir dan Jaminan Kualiti.

- Karim, E., Ahmad, J., & Osman, K. (2017). Fuzzy Delphi Method for Content Validation of Integrated Science Process Skills Instrument. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(6), 1–12. <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v7-i6/3037>
- Koller, I., Levenson, M. R., & Glück, J. (2017). What do you think you are measuring? A mixed-methods procedure for assessing the content validity of test items and theory-based scaling. *Frontiers in Psychology*, 8(FEB). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00126>
- Laux, C., Li, N., Seliger, C., & Springer, J. (2017). Impacting Big Data Analytics in Higher Education Through Six Sigma Techniques. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 66(5), 662–679. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-09-2016-0194>
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–575.
- LeMahieu, P. G., Nordstrum, L. E., & Cudney, E. A. (2017). Six Sigma In Education. *Quality Assurance in Education*, 25(1), 91–108. <https://doi.org/10.1108/QAE-12-2016-0082>
- LeTendre, G. K., & Wiseman, A. W. (2015). Introduction: The Challenges of Teacher Effectiveness and Quality Worldwide. In *International Perspectives on Education and Society* (Vol. 27, Issue October 2015). <https://doi.org/10.1108/S1479-367920140000027001>
- M.Alkoot, F. (2019). Using 6 Sigma to Improve Outcomes of Higher Education. *International Journal of Information and Education Technology*, 9(1), 46–50. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2019.9.1.1171>
- MacIel-Monteon, M., Limon-Romero, J., Gastelum-Acosta, C., Tlapa, Di., Baez-Lopez, Y., & Solano-Lamphar, H. A. (2020). Measuring Critical Success Factors for Six Sigma in Higher Education Institutions: Development and Validation of a Surveying Instrument. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Access*, 8(1), 1813–1823. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2962521>
- Martín-Pastor, E., Sánchez-Barbero, B., Corrochano, D., & Gómez-Gonçalves, A. (2023). What Competencies and Capabilities Identify a Good Teacher? Design of an Instrument to Measure Preservice Teachers' Perceptions. *Education Sciences*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/educsci13080789>
- Maruli, S. (2014). Quality in Teaching: A review of literature. *International Journal of Education and Research*, 2(12), 193–200.
- Mazumder, Q. H. (2014). Applying Six Sigma in Higher Education Quality Improvement. *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, 1–14. <https://doi.org/10.18260/1-2--20082>
- Mohd Yusoff, A. F., Hashim, A., Muhamad, N., & Wan Hamat, W. N. (2021). Application of Fuzzy Delphi Technique to identify the elements for designing and developing the e-PBM PI-Poli module. *Asian Journal of University Education*, 17(1), 293–299. <https://doi.org/10.24191/ajue.v17i1.12625>
- NBPTS. (2016). National Board for Professional Teaching Standards: The Five Core Propositions. 10–12. http://www.nbpts.org/the_standards/the_five_core_propositio
- Nor, M. M., Ilias, K., Hamid, M. A., Siraj, S., Abdullah, M. H., Yaakob, M. N., & Norafandi, N. A. D. (2022). The Use of Fuzzy Delphi Method in Developing Soft Skills of Industrial Revolution 4.0 In Pdp at Malaysian Institute of Teacher Education. *Res Militaris*, 12(2), 7345–7358.
- Olutola, A. T., Galadanchi, N. Y., Rafiu Ademola Olatoye, & Ihechu, K. J. P. (2022). Practical Procedures in Ensuring Quality Primary Education in Nigeria. *Indonesian Journal of Multidisciplinary*, 2(2), 429–436. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17509/xxxx.xxx>
- P.Galanis. (2018). The Delphi Method. *Archives of Hellenic Medicine*, 35(4), 564–570.
- Pal, M., & Ghosh, S. (2022). Applied Six Sigma Theory to Reduce the Drop-Out Rate Among the Student: Systematic Review. *Journal of Social Sciences and Management Studies*, 3(234), 104–108. <https://doi.org/10.56556/jssms.v1i3.234>
- Pazilah, F. N., Hashim, H., & Yunus, M. M. (2024). Refining the TPACK framework: A Fuzzy Delphi approach to 21st-century competency and self-efficacy constructs. *Cogent Education*, 11(1), 2428886. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2428886>

- Pham Xuan, R., & Håkansson Lindqvist, M. (2025). Exploring Sustainable Development Goals and Curriculum Adoption: A Scoping Review from 2020–2025. *Societies*, 15(8), 212. <https://doi.org/10.3390/soc15080212>
- Podungge, R., Rahayu, M., Setiawan, M., & Sudiro, A. (2020). Teacher Competence and Student Academic Achievement. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 144(16), 69–74. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200606.011>
- Price, A., & Wieman, C. (2023). Improved teaching of science and engineering using deliberate practice of problem-solving decisions. *Innovative Teaching and Learning*, 5(1), 1–18. <https://doi.org/10.4208/itl.20230101>
- Roebianto, A., Savitri, S. I., Aulia, I., Suciyan, A., & Mubarakah, L. (2023). Content Validity: Definition and Procedure of Content Validation in Psychological Research. *TPM - Testing, Psychometrics, Methodology in Applied Psychology*, 30(1), 5–18. <https://doi.org/10.4473/TPM30.1.1>
- Röhl, Sebastian & Bijlsma, Hannah & Schwichow, Martin. (2025). Can feedback from students to teachers improve different dimensions of teaching quality in primary and secondary education? A hierarchical meta-analysis. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*. 37. 35-71. 10.1007/s11092-024-09450-9.
- Rubio, D. M. G., Berg-Weger, M., Tebb, S. S., Lee, E. S., & Rauch, S. (2003). Objectifying Content Validity: Conducting a Content Validity Study in Social Work Research. *Social Work Research*, 27(2), 94–104. <https://doi.org/10.1093/swr/27.2.94>
- Ruiz-Alfonso, Z., León, J., Santana-Vega, L. E., & González, C. (2021). Teaching Quality: An Explanatory Model of Learning in Secondary Education. *Psicologia Educativa*, 27(1), 67–76. <https://doi.org/10.5093/PSED2020A18>
- Sabtu, S. H., & Matore, M. E. M. (2024). Systematic Literature Review on the Implementation of the Six Sigma Approach in Education. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 13(1), 262. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i1.26196>
- Sabtu, S. H., Matore, M. E. E. M., & Maat, S. M. (2023). Real-World Application: Six Sigma Quality Tools for Continuous Performance Improvement in Specific Educational Practices - A Systematic Review. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(9), 401–422. <https://doi.org/10.26803/IJLTER.22.9.22>
- Sandu, A. S., & Sharma, P. (2020). Implementation of DMAIC Methodology of Six Sigma in Vocational Education and Training for Quality Improvement. *International Journal of Advance Research and Innovation*, 8(4), 297–301. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19687.68001>
- Singh, A., Mustafa, Z., & Kharuddin, A. F. (2021). Employing the Fuzzy Delphi Method To Validate Communication Skills Among Engineering Graduates. *Journal of Science, Technology and Innovation Policy*, 7(2), 59–64. <https://doi.org/10.11113/jostip.v7n2.88>
- Stamatis, D. H. (2002). *Six Sigma and Beyond Foundations of Excellent Performance*. CRC Press LLC.
- Sunder, M. V. (2014). Quality Excellence in Higher Education System Through Six Sigma: Student Team Engagement Model. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 8(3–4), 247–256.
- Swarnakar, V., Singh, A. R., Antony, J., Kr Tiwari, A., & Cudney, E. A. (2025). A theoretical framework to deploy sustainable Lean Six Sigma and its empirical application in manufacturing. *Total Quality Management & Business Excellence*, 36(5–6), 527–552. <https://doi.org/10.1080/14783363.2025.2471833>.
- Taherdoost, H. (2016). Validity and Reliability of the Research Instrument; How to Test the Validation of a Questionnaire/Survey in a Research. *SSRN Electronic Journal*, 5(3), 28–36. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3205040>
- Taraza, E., Anastasiadou, S., Masouras, A., & Papademetriou, C. (2023). Sustainable Development and Implementation of Quality Management Excellence Models in Public Organizations: A Systematic Literature Review. *MDPI Sustainability Foundation*, 15(7971), 1–27. <https://doi.org/10.3390/su15107971>
- Vijay, A. (2013). Appraisal Of Student Rating As A Measure To Manage The Quality Of Higher Education In India: An Institutional Study Using Six Sigma Model Approach. *International Journal for Quality Research*, 7(3), 307–321.

- Wang, Q. (2022). Application of Six Sigma Management-based Teaching Method in Financial Management Course Online Teaching. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(1), 60–73. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i01.28269>
- Yu, K. T., & Ueng, R. G. (2012). Enhancing Teaching Effectiveness by Using The Six-Sigma DMAIC Model. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 37(8), 949–961. <https://doi.org/10.1080/02602938.2011.592933>
- Yusoff, A. F. M., Hashim, A., Muhamad, N., & Hamat, W. N. W. (2021). Application of Fuzzy Delphi Technique to Identify the Elements for Designing and Developing the e-PBM PI-Poli Module. *Asian Journal of University Education*, 17(1), 292–304. <https://doi.org/10.24191/ajue.v17i1.12625>
- Zamanzadeh, V., Ghahramanian, A., Rassouli, M., Abbaszadeh, A., Alavi-Majd, H., & Nikanfar, A.-R. (2015). Design And Implementation Content Validity Study: Development Of An Instrument For Measuring Patient-Centered Communication. *Journal of Caring Sciences*, 4(2), 165–178. <https://doi.org/10.15171/jcs.2015.017>