

STRATEGI MENANGANI CABARAN PENGAJARAN MASALAH BUKAN RUTIN ALGEBRA TINGKATAN DUA DALAM PERSEKITARAN PDP DALAM TALIAN

STRATEGIES FOR OVERCOME THE CHALLENGES OF TEACHING LEVEL TWO ALGEBRA NON-ROUTINE PROBLEMS IN AN ONLINE ENVIRONMENT

Azimah Md Dahlan ^{1*}
Abdul Razak Othman ²

¹ Fakulti Pendidikan, Universiti Terbuka Malaysia, Main Kampus Kuala Lumpur, Malaysia
(E-mail: azimahmddahlan@oum.edu.my)

² Fakulti Pendidikan, Institut Pengurusan Kampus Pulau Pinang, Malaysia
(E-mail: drhjaro@gmail.com)

* Corresponding author: Author

Article history

Received date : 22-11-2025

Revised date : 23-11-2025

Accepted date : 28-12-2025

Published date : 15-1-2026

To cite this document:

Md Dahlan, A., & Othman, A. R. (2026). Strategi menangani cabaran pengajaran masalah bukan rutin algebra tingkatan dua dalam persekitaran PDP dalam talian. *Journal of Islamic, Social, Economics and Development (JISED)*, 11 (80), 96 – 116.

Abstrak: *Pengajaran dan pembelajaran (PdP) matematik, khususnya topik Algebra Tingkatan Dua, menuntut keupayaan murid untuk menyelesaikan masalah bukan rutin yang memerlukan pemikiran aras tinggi, penaakulan logik dan kebolehan membuat generalisasi. Walau bagaimanapun, peralihan kepada PdP dalam talian telah mewujudkan pelbagai cabaran pedagogi, kognitif dan teknologi yang menjejaskan keberkesanan pengajaran penyelesaian masalah bukan rutin. Kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti dan menentukan keutamaan strategi berkesan dalam menangani cabaran pengajaran masalah bukan rutin (PMBR) bagi topik Algebra Tingkatan Dua dalam persekitaran pengajaran dan pembelajaran (PdP) dalam talian. Pengajaran PMBR bukan rutin, yang menuntut Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT) dan pelbagai strategi penyelesaian, sering berhadapan dengan halangan seperti kurangnya interaksi langsung, kesukaran memantau proses penaakulan pelajar, dan keterbatasan alat digital dalam talian. Kajian ini menggunakan Kaedah Fuzzy Delphi (Fuzzy Delphi Method, FDM) dengan penglibatan lima orang pakar dalam bidang pendidikan matematik dan teknologi pendidikan. Data dianalisis menggunakan perisian FUDELO untuk menentukan nilai ambang (threshold), peratus konsensus pakar, nilai defuzzification dan kedudukan keutamaan strategi. Hasil kajian menunjukkan bahawa strategi berpusatkan pelajar seperti pembelajaran koperatif dalam talian terancang, maklum balas formatif segera dan integrasi alat visualisasi Algebra merupakan strategi utama yang dipersetujui pakar. Implikasi kajian ini memberi panduan kepada guru dan pembuat dasar dalam merancang PdP Algebra bukan rutin yang lebih berkesan dalam persekitaran dalam talian.*

Kata kunci: *penyelesaian masalah bukan rutin, algebra tingkatan dua, PdP dalam talian, kaedah fuzzy delphi, strategi pengajaran*

Abstract: *The teaching and learning (PdP) of mathematics, especially the topic of Second Form Algebra, demands the ability of students to solve non-routine problems that require high-level thinking, logical reasoning and the ability to make generalizations. However, the transition to online PdP has created a variety of pedagogical, cognitive, and technological challenges that affect the effectiveness of teaching non-routine problem solving. This study aims to identify and prioritize effective strategies in dealing with non-routine problem teaching (PMBR) challenges for Second Form Algebra topics in an online teaching and learning (PdP) environment. Non-routine PMBR teaching, which demands Higher Order Thinking Skills (HOTS) and various solution strategies, often faces obstacles such as lack of direct interaction, difficulty monitoring students' reasoning processes, and limitations of online digital tools. This study uses the Fuzzy Delphi Method (Fuzzy Delphi Method, FDM) with the involvement of five experts in the field of mathematics education and educational technology. Data is analyzed using FUDELO software to determine the threshold value, expert consensus percentage, defuzzification value and strategy priority position. The results of the study show that student-centered strategies such as planned online cooperative learning, immediate formative feedback and the integration of Algebra visualization tools are the main strategies agreed upon by experts. The implications of this study provide guidance to teachers and policy makers in designing more effective non-routine Algebra PdP in an online environment.*

Keywords: *Non-Routine Problem Solving (PMBR), Algebra, DEMATEL, Online Pedagogy, Metacognitive Digital Scaffolding, Critical Factors.*

Pengenalan

Penyelesaian masalah adalah kemahiran teras dalam kurikulum matematik dan merupakan matlamat utama pembelajaran matematik (NCTM, 2000). Dalam konteks pendidikan Malaysia, fokus tertumpu pada Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT), di mana komponen terpentingnya ialah kebolehan pelajar dalam penyelesaian masalah bukan rutin (PMBR). PMBR berbeza daripada masalah rutin kerana ia memerlukan pelajar menggunakan pelbagai strategi, menggabungkan pengetahuan sedia ada dan melibatkan penaaakulan yang lebih kompleks dan kurang terstruktur, terutamanya dalam topik Algebra (Polya, 1973; Schoenfeld, 1992). Namun, penguasaan PMBR, khususnya dalam kalangan pelajar Tingkatan Dua bagi topik Algebra, sering dilaporkan mencapai tahap yang kurang memuaskan, kesukaran pelajar dalam mengenal pasti strategi penyelesaian yang sesuai dan kurangnya pendedahan kepada masalah yang berbeza aras kognitifnya (Mahmud et al., 2021).

Keperluan kepada pembelajaran dan pengajaran (PdP) dalam talian yang semakin tinggi telah menambah cabaran yang signifikan kepada pengajaran PMBR Algebra (Chan et al., 2020). Persekitaran dalam talian menyukarkan guru untuk memantau proses kognitif dan metakognitif pelajar secara serta-merta semasa usaha menyelesaikan masalah yang kompleks. Cabaran utama termasuk kesukaran menggalakkan interaksi dan kolaborasi dalam talian yang efektif (Honebein et al., 2021), keterbatasan alat digital untuk mevisualisasi dan memanipulasi konsep Algebra (Zakaria dan Maat, 2020), serta cabaran mengekalkan motivasi dan penglibatan pelajar dalam tempoh masa yang berpanjangan. Tanpa strategi pedagogi yang khusus dan berkesan, pengajaran PMBR Algebra dalam talian berisiko menjadi sekadar penyampaian maklumat rutin, yang seterusnya gagal mencapai matlamat pembangunan KBAT pelajar. Oleh yang demikian, kajian ini menjadi signifikan dalam mengenal pasti strategi menangani cabaran pengajaran PMBR Algebra tingkatan Dua dalam persekitaran PdP dalam talian, bagi

memastikan kualiti pendidikan matematik dan pembangunan KBAT pelajar dapat diteruskan secara optimum.

Kepentingan Kemahiran Penyelesaian Masalah Bukan Rutin Algebra.

Penguasaan kemahiran Penyelesaian Masalah Bukan Rutin (PMBR), khususnya dalam topik Algebra, adalah penting bagi pelajar sekolah menengah di Malaysia atas sebab utama yang selari dengan aspirasi Kurikulum Kebangsaan dan keperluan Pendidikan abad ke-21 yang berikut:

Pembangunan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT)

Penguasaan PMBR merupakan tunjang utama dalam pembangunan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT), selaras dengan matlamat Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM). Masalah bukan rutin memerlukan pelajar untuk menganalisis, mensintesis, dan menilai maklumat—tahap kognitif yang lebih tinggi berbanding sekadar mengaplikasi formula rutin (Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM), 2018). Dalam topik Algebra, MBR memfokuskan pelajar untuk melangkaui manipulasi simbolik semata-mata, sebaliknya menggunakan penaakulan logik, membuat generalisasi, dan menghubungkan konsep abstrak kepada konteks yang nyata atau berbeza (Schoenfeld, 1992). Keupayaan ini adalah kritikal untuk kejayaan dalam mata pelajaran sains, teknologi, kejuruteraan, dan matematik (STEM) di peringkat pengajian tinggi.

Memupuk Kemahiran Metakognitif dan Fleksibiliti Strategi

PMM Bukan Rutin menggalakkan perkembangan kemahiran metakognitif—iaitu kesedaran dan kawalan terhadap proses berfikir sendiri. Pelajar perlu merancang strategi, memantau kemajuan penyelesaian mereka, dan bersedia untuk beralih kepada strategi alternatif apabila pendekatan awal gagal (Polya, 1973). Penguasaan MBR Aljabar membolehkan pelajar membina fleksibiliti kognitif untuk memilih strategi yang paling sesuai, seperti menggunakan strategi cuba jaya (guess and check), mencari pola (look for a pattern), atau membina persamaan (write an equation), dan bukannya bergantung pada satu algoritma sahaja (Pehkonen, 1997). Kemahiran ini adalah penting untuk penyelesaian masalah yang dihadapi dalam kehidupan sebenar dan bidang kerjaya.

Asas kepada Konsep Matematik Lanjutan

Algebra merupakan "bahasa" matematik, menyediakan asas konseptual untuk hampir semua disiplin matematik lanjutan (Kieran, 2007). Penguasaan PMM Bukan Rutin dalam Aljabar membantu pelajar memahami konsep pemboleh ubah, fungsi, dan hubungan matematik dengan lebih mendalam. Kefahaman yang kukuh ini adalah prasyarat untuk kejayaan dalam pengajian peringkat tinggi seperti kalkulus, statistik, dan algebra linear, di mana masalah yang dihadapi secara nyata adalah bukan rutin dan memerlukan aplikasi pemikiran analitikal yang kukuh.

Daya Saing Global dan Keperluan Kerjaya

Dalam era ekonomi berasaskan pengetahuan, keupayaan untuk menyelesaikan masalah yang tidak berstruktur dan kompleks merupakan aset kerjaya yang paling dicari. Malaysia, sebagai peserta dalam pentaksiran antarabangsa seperti PISA (Programme for International Student Assessment), meletakkan kepentingan untuk melatih pelajar dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan kehidupan sebenar (OECD, 2020). Latihan intensif dalam PMM Bukan Rutin Aljabar adalah persiapan langsung bagi pelajar untuk berhadapan dengan situasi kerja masa hadapan yang memerlukan inovasi, pemikiran kritis, dan kreativiti (Mahmud et al., 2021).

Kerangka Teori

Terdapat tiga kerangka teori utama yang relevan dan saling berkaitan dengan kajian ini, merangkumi aspek penyelesaian masalah, pedagogi, dan persekitaran pembelajaran digital iaitu:

Teori Penyelesaian Masalah George Polya

Teori ini, yang diperkenalkan oleh George Polya (1973) dalam karyanya *How to Solve It*, adalah kerangka kognitif asas untuk pengajaran dan pembelajaran penyelesaian masalah matematik. Polya menggariskan empat fasa utama dalam proses penyelesaian masalah iaitu a) Memahami Masalah (Understanding the Problem), b) Merancang Penyelesaian (Devising a Plan), c) Melaksanakan Rancangan (Carrying out the Plan) dan d) Menyemak Semula (Looking Back). Teori Polya adalah penting kerana memberikan guru struktur pedagogi yang jelas untuk mengajar MBR Algebra, bukan sekadar mencari jawapan. Dalam persekitaran dalam talian, cabaran terbesar ialah fasa 2 dan 3, di mana guru sukar memantau proses penaakulan pelajar. Oleh itu, strategi yang dicari dalam kajian ini mestilah menyokong guru untuk menstrukturkan langkah-langkah Polya secara digital dan menggalakkan pelajar berfikir secara metakognitif dengan mendokumentasikan setiap fasa penyelesaian mereka (Schoenfeld, 1992).

Teori Pembelajaran Kognitif Sosial Lev Vygotsky

Teori Vygotsky memfokuskan peranan interaksi sosial dan budaya dalam pembangunan kognitif. Konsep utamanya ialah Zon Perkembangan Proksimal (ZPD). ZPD merujuk kepada perbezaan antara apa yang pelajar boleh lakukan sendiri dan apa yang mereka boleh capai dengan bimbingan (atau scaffolding) daripada guru atau rakan sebaya yang lebih berkemampuan (Vygotsky, 1978). Dalam konteks PdP dalam talian, di mana interaksi sosial sering terhalang, teori Vygotsky menjustifikasikan kepentingan strategi kolaboratif dan sokongan berterusan (scaffolding). Penguasaan MBR Algebra Tingkatan Dua memerlukan pelajar bekerjasama, membincangkan strategi, dan menerima bimbingan guru secara real-time (atau asinkronus). Strategi yang berkesan perlu memastikan interaksi dalam talian yang kaya dan bermakna wujud untuk membolehkan scaffolding berlaku, membolehkan pelajar menangani MBR Aljabar yang pada mulanya berada di luar keupayaan mereka.

Kerangka Teknologi, Pedagogi, dan Kandungan (TPACK)

Kerangka TPACK (Koehler dan Mishra, 2009) menerangkan ciri-ciri pengetahuan yang diperlukan oleh guru untuk mengintegrasikan teknologi ke dalam pengajaran secara berkesan. Ia melibatkan interaksi antara tiga komponen utama iaitu Pengetahuan Kandungan (Content Knowledge), Pengetahuan tentang subjek (konsep MBR Algebra), Pengetahuan Pedagogi (Pedagogical Knowledge): Pengetahuan tentang kaedah mengajar (strategi Polya, scaffolding), Pengetahuan Teknologi (Technological Knowledge) dan Pengetahuan tentang alat digital. TPACK adalah pengetahuan yang timbul daripada persilangan ketiga-tiga komponen ini. Dalam menangani cabaran PdP dalam talian, kerangka TPACK adalah penting kerana fokus kepada bukan hanya pada pengetahuan guru dalam menggunakan teknologi, tetapi juga kemahiran sejauh mana menggunakan teknologi tersebut dalam pedagogi untuk mengajar kandungan yang kompleks, seperti MBR Algebra. Strategi yang dicari dalam kajian ini mesti merangkumi Pengetahuan Pedagogi Kandungan Teknologi (TPACK) yang membolehkan guru memilih alat digital yang sesuai untuk memudahkan scaffolding Algebra dan memantau fasa Polya secara maya.



Rajah 1: Pemetaan Strategi Pengajaran PMBR Algebra yang Berkesan.

Sumber: Disintesis oleh penyelidik berdasarkan kajian lepas

Rajah 1 menunjukkan strategi pedagogi yang disokong oleh teknologi, berlandaskan teori pembelajaran serta dapatan kajian lepas yang memfokuskan kepentingan pemikiran aras tinggi dalam penyelesaian masalah matematik. Walau bagaimanapun, pelaksanaan pembelajaran dan pengajaran (PdP) secara dalam talian telah menimbulkan pelbagai cabaran khususnya dalam pengajaran masalah bukan rutin, yang menuntut kefahaman konsep, penaakulan dan strategi heuristik yang mendalam (Polya, 1945; Schoenfeld, 1985).

Antara cabaran utama ialah kekangan interaksi dua hala antara guru dan murid, yang mengehadkan peluang untuk perbincangan matematik bermakna serta menyukarkan guru memantau proses pemikiran murid secara langsung. Keadaan ini menjadi lebih kritikal dalam pengajaran masalah bukan rutin, yang memerlukan penyoalan terbuka, penerokaan idea dan refleksi berterusan (Borba et al., 2020; OECD, 2021). Selain itu, perbezaan tahap literasi digital dalam kalangan murid serta kekangan akses teknologi turut mempengaruhi tahap penglibatan dan motivasi murid dalam PdP matematik secara dalam talian (Trust dan Whalen, 2021; Hodges et al., 2020).

Cabaran seterusnya melibatkan kesukaran memberikan maklum balas segera dan berkesan, sedangkan maklum balas merupakan elemen penting dalam menyokong pembinaan strategi penyelesaian masalah dan pembetulan salah tanggapan konsep (Hattie dan Timperley, 2007). Di samping itu, penggunaan pelbagai platform dan bahan digital tanpa reka bentuk pedagogi yang terancang boleh meningkatkan beban kognitif murid, sekali gus menjejaskan keupayaan mereka untuk memproses maklumat kompleks yang terlibat dalam penyelesaian masalah bukan rutin algebra (Sweller, 1988, 2011).

Impaknya, tanpa strategi pengajaran yang sesuai, PdP masalah bukan rutin Algebra dalam talian berisiko menjadi bersifat prosedural dan berorientasikan jawapan, sekali gus mengabaikan pembangunan pemikiran matematik, penaakulan dan kebolehan menyelesaikan masalah secara fleksibel (Kilpatrick et al., 2001; Schoenfeld, 2016).

Sehubungan itu, langkah yang sistematik perlu diambil untuk mengenal pasti strategi pengajaran yang berkesan, praktikal dan disepakati oleh pakar bagi menangani cabaran PdP

dalam talian ini. Oleh itu, kajian ini menggunakan Kaedah Fuzzy Delphi, iaitu pendekatan yang menggabungkan kaedah Delphi dan teori, bagi mendapatkan konsensus pakar terhadap strategi pengajaran masalah bukan rutin Algebra Tingkatan Dua dalam persekitaran PdP dalam talian (Dalkey dan Helmer, 1963; Ishikawa et al., 1993; Habibi et al., 2014).

Sorotan Kajian

Sorotan kajian ini memfokuskan kepada tiga perkara utama iaitu kepentingan, cabaran Masalah Bukan Rutin (MBR) Algebra, impak PdP dalam talian terhadap pengajaran matematik, dan strategi pemulihan yang berkesan.

Cabaran Penyelesaian Masalah Bukan Rutin (MBR) Algebra

Penyelesaian Masalah Matematik (PMBR) adalah kritikal kerana ia mengukur kebolehan pelajar menggunakan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT), termasuk membuat penaaakulan, penalaran dan penyusunan strategi (Polya, 1973; Schoenfeld, 1992). Pelajar bergelut kerana keperluan mengaitkan konsep abstrak (pemboleh ubah, persamaan, fungsi) dengan penyelesaian masalah (Kieran, 2007) dalam PMBR Tingkatan dua. Kajian tempatan mendapati pelajar yang menghadapi kesukaran dalam proses memahami dan merancang MBR, adalah disebabkan oleh kegagalan mengenal pasti strategi yang sesuai atau kebergantungan kepada formula rutin (Mahmud et al., 2021). Oleh itu, fokus dalam kajian MBR perlu bertukar daripada "apa" yang perlu diselesaikan kepada "bagaimana" cara penyelesaian itu boleh dicapai.

Kesan Persekitaran PdP Dalam Talian

Perubahan kepada PdP dalam talian telah menimbulkan cabaran yang unik kepada pengajaran MBR. Kajian oleh Chan et al. (2020) dan Zakaria dan Maat (2020) menegaskan bahawa cabaran utama dalam talian merangkumi: a) Interaksi dan Kolaborasi iaitu kesukaran mewujudkan perbincangan yang aktif dan memantau interaksi antara rakan sebaya bagi pembelajaran sosial (Vygotsky, 1978), b) Pemantauan Proses Kognitif iaitu guru menghadapi kesukaran untuk melihat dan menilai proses kerja serta pemikiran metakognitif pelajar secara langsung, berbanding pengajaran secara bersemuka. Perkara ini menjejaskan kebolehan guru untuk memberikan scaffolding yang tepat pada ZPD pelajar, c) Memvisualisasi dan Manipulasi iaitu cabaran alat digital yang berkesan untuk menggambarkan konsep Algebra yang abstrak, di mana perisian seperti GeoGebra atau Desmos dapat membantu, namun pengintegrasinya memerlukan pengetahuan dan kemahiran TPACK yang tinggi daripada guru (Koehler dan Mishra, 2009).

Strategi Pemulihan atau Intervensi Berkesan dalam Talian

Beberapa kajian telah mencadangkan dua teras pemulihan atau intervensi untuk mengatasi cabaran MBR dalam talian iaitu: a) Strategi Metakognitif Berstruktur - Penggunaan modul atau lembaran kerja digital yang menstrukturkan langkah-langkah Polya (Memahami, Merancang, Melaksanakan, Menyemak Semula), didapati dapat meningkatkan proses metakognitif pelajar dan mengurangkan ralat (Wong et al., 2017). Strategi ini mampu memastikan pelajar merekodkan proses penaaakulan dan menjadikan pemantauan guru lebih mudah. b) Pembelajaran Kolaboratif dan Scaffolding Digital - Kajian menyokong penggunaan Pembelajaran Koperatif Maya (menggunakan breakout rooms atau shared whiteboard) sebagai cara untuk menggalakkan pelajar membincangkan pelbagai strategi MBR (Honebein et al., 2021). Keberkesanan bergantung kepada kebolehan guru menyediakan scaffolding yang berperingkat secara digital, bermula daripada umum kepada yang lebih spesifik, selaras dengan prinsip Vygotsky.

Kesimpulannya, sorotan kajian menunjukkan bahawa cabaran utama bukan sahaja pada kandungan Algebra, tetapi juga pada jurang antara keperluan KBAT dan MBR dengan batasan pedagogi serta teknikal PdP dalam talian. Strategi yang efektif perlu mengintegrasikan prinsip kognitif (Polya), sosial (Vygotsky), dan teknologi (TPACK) untuk merapatkan jurang ini.

Tujuan Kajian

Kajian ini dijalankan dengan tujuan utama untuk mengenal pasti dan menganalisis strategi pedagogi serta sokongan teknologi yang paling berkesan bagi menangani cabaran pengajaran Masalah Bukan Rutin (MBR) bagi topik Algebra Tingkatan Dua dalam persekitaran pembelajaran dan pengajaran (PdP) dalam talian. Fokus kajian ini adalah untuk memastikan pengajaran MBR tidak bersifat prosedural semata-mata, sebaliknya menyokong pembangunan pemikiran matematik, penaakulan dan keupayaan menyelesaikan masalah secara bermakna (Polya, 1945; Schoenfeld, 1985).

Secara khususnya, kajian ini bertujuan untuk mencadangkan strategi pengajaran yang optimum dan praktikal, berasaskan kerangka teori pembelajaran yang mantap, iaitu teori penyelesaian masalah Polya, teori sosiobudaya Vygotsky dan kerangka Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). Teori Polya menekankan proses penyelesaian masalah secara berperingkat dan reflektif, manakala teori Vygotsky menegaskan kepentingan interaksi sosial, sokongan berperingkat (scaffolding) dan Zon Perkembangan Proksimal dalam pembelajaran matematik (Vygotsky, 1978). Dalam konteks PdP dalam talian, integrasi TPACK pula menyediakan asas untuk guru menggabungkan pengetahuan pedagogi, kandungan algebra dan teknologi digital secara seimbang dan berkesan (Mishra dan Koehler, 2006).

Melalui pendekatan ini, kajian ini berhasrat untuk menyediakan panduan strategik yang relevan dan kontekstual kepada guru matematik bagi meningkatkan penguasaan MBR Algebra Tingkatan Dua dalam persekitaran PdP dalam talian, selaras dengan keperluan pembelajaran abad ke-21 dan tuntutan pedagogi digital semasa (Koehler et al., 2013; OECD, 2021).

Metodologi

Kajian ini menggunakan kaedah Nominal Group Technic (NGT) sebagai kaedah utama kajian. Kajian ini melibatkan 5 pakar yang berkaitan dengan pendidikan matematik dan pengajaran PMM bukan rutin Algebra. Sehingga kini proses mengumpul pakar pada masa yang sama masih belum dapat dilaksanakan, penyelidik membuat sesi NGT dalam talian menggunakan Google Meet. Sesi 2 -jam telah dilakukan. Pakar-pakar telah dikumpulkan dan sesi Brainstroming kaedah NGT telah dilaksanakan dalam mengumpulkan idea dan penyelesaian berdasarkan pendapat pakar. Pada akhir sesi, penyelidik membuat pengiraan khusus menggunakan kaedah NGT dalam mendapatkan hasil untuk menjawab objektif kajian ini.

Langkah Teknik NGT

NGT adalah proses metodologi yang mengenal pasti pandangan kolektif mengenai topik tertentu. Pada mula dianggap sebagai 'Teknik Penyertaan untuk Situasi Perancangan Sosial' (Delbecq, Van de Ven, dan Gustafson 1975, 108); Situasi perancangan sosial yang ditakrifkan sebagai penyelidikan penerokaan; penyertaan warganegara; penggunaan pakar pelbagai disiplin dan semakan cadangan. Teknik ini telah digunakan dalam pelbagai disiplin ilmu, termasuk penyelidikan empirikal dalam pendidikan. Walaupun ia telah digunakan dalam beberapa aspek penyelidikan pendidikan (O'Neil dan Jackson 1983; Lomax dan McLeman 1984; Lloyd-Jones, Fowell, dan Bligh 1999; MacPhail 2001), ia jarang digunakan dalam bidang kajian pengajaran penyelesaian masalah matematik bukan rutin Algebra. NGT adalah proses yang sangat

berstruktur menggabungkan empat fasa yang berbeza iaitu: (a) Penjanaan idea sebagai tindak balas kepada soalan rangsangan, (b) Perkongsian (dan penyенераian) idea-idea ini dalam round-robin fashion tanpa perbincangan, (c) Penerangan bagi setiap idea dan himpunan idea yang serupa secara bersama, (d) Pengundian individu untuk menentukan idea utama.

Sesi NGT biasanya mengambil masa antara 1 jam 30 minit hingga 2 jam (Gibson dan Soanes 2000) dan melibatkan antara 5 hingga 10 peserta (Delbecq, Van de Ven, dan Gustafson 1975; O'Neil dan Jackson 1983). Peranan penyelidik di NGT adalah pentadbir fasilitator dan dengan itu meminimumkan pengaruh pada data (Lloyd-Jones, Fowell, dan Bligh 1999). Lomax dan McLeman (1984) merujuk kepada 'omniscience penyelidik' (184) dalam banyak kaedah penyelidikan di mana andaian penyelidik dikenakan melalui kerangka soalan dan pengekodan respons. Ini diminimumkan dalam NGT kerana organisasi, pengkategorian dan keutamaan respons didorong oleh ahli kumpulan. Walau bagaimanapun, pembentukan soalan rangsangan adalah penting untuk kejayaan teknik mereka dan sangat penting bahawa penyelidik jelas tentang apa yang mereka ingin cari dari proses tersebut. Delbecq, Van de Ven, dan Gustafson (1975) membandingkan NGT menggunakan FDM.

Persampelan

Menurut Booker dan Mc Namara (2004), pakar telah memperoleh ijazah, latihan, pengalaman, keahlian profesional, dan pengiktirafan rakan sebaya melalui usaha dan dedikasi yang rajin (Nikolopoulos, 2004; Perera et al., 2012). Seperti dapatan Mullen (2003), pakar adalah seseorang yang mempunyai pengetahuan dan kepakaran yang luas dalam bidang atau industri tertentu. Pemilihan pakar adalah faktor penting untuk dipertimbangkan dalam teknik NGT. Sekiranya proses pemilihan pakar dijalankan dengan tidak mencukupi dan bergantung kepada kriteria tertentu, keraguan timbul mengenai legitimasi, kesahihan, dan kebolehpercayaan kajian (Mustapha dan Darussalam, 2017). Seperti dapatan Kaynak dan Macauley (1984), para penyelidik yang terlibat dalam kajian ini mesti mempunyai kepakaran atau kebiasaan dengan perkara yang disiasat. Penyelidik dengan teliti memilih pakar dengan sekurang-kurangnya 10 tahun pengalaman dan sangat berpengetahuan dalam bidang kepakaran mereka.

Pakar-pakar untuk kajian ini dipilih berdasarkan kriteria yang relevan, di mana setiap pakar memiliki lebih dari 10 tahun kepakaran dalam bidang masing-masing untuk memastikan kesahan dan kebolehpercayaan pandangan mereka (Ericsson, 2008; Liu et al., 2015). Kumpulan pakar terdiri daripada seorang pensyarah kanan pendidikan matematik dengan lebih 15 tahun pengalaman dalam pembangunan kurikulum (Liu et al., 2015; Shulman, 1987), seorang pensyarah pendidikan matematik yang mahir dalam KBAT dan pembelajaran berasaskan masalah (Artz dan Armour-Thomas, 1992), seorang pakar teknologi pendidikan matematik dalam reka bentuk pembelajaran digital dan latihan guru (Mishra dan Koehler, 2006), seorang guru cemerlang matematik yang berpengalaman dalam Algebra bukan rutin serta PdP dalam talian (Shulman, 1987), serta seorang pensyarah kanan berpengalaman dalam penilaian pembelajaran matematik dan metakognisi (Chen et al., 2025; Desoete dan De Craene, 2019). Pemilihan ini, bagaimanapun, adalah bergantung kepada penyertaan sukarela pakar untuk sesi Teknik Kumpulan Nominal (NGT), yang merupakan kriteria asas untuk kejayaan pelaksanaannya (Manera et al., 2019; Michel et al., 2021), dan pakar alternatif akan dicari untuk resolusi konsensus sekiranya berlaku perselisihan antara pakar dan penyelidik (Grant dan Davis, 1997; Waggoner et al., 2016). Jadual 1 menunjukkan profil peserta.

Jadual 1: Profil Peserta

Peserta	Bilangan	Pengalaman	Institusi
Pensyarah kanan pendidikan matematik	1	15 tahun	IPTA
Pensyarah pendidikan	1	12 tahun	IPG
Pakar teknologi pendidikan matematik	1	10 tahun	Sekolah
Guru cemerlang	1	18 tahun	Sekolah Menengah
Pensyarah kanan	1	14 tahun	IPTA

Sumber: Hasil data kutipan penyelidik

Data analisis

Dalam kajian ini penyelidik menggunakan proses NGT. Data yang diperoleh dari proses ini dimasukkan ke dalam perisian NGT-PLUS sebelum proses. Setelah semua item dibincangkan oleh pakar, proses memilih dilakukan secara langsung di hadapan semua pakar yang dijemput. Selepas pakar bertindak balas terhadap setiap item, perisian NGT-PLUS digunakan untuk analisis data.

Construct:									
"Strategi Menangani Cabaran Pengajaran Masalah Bukan Rutin Algebra Tingkatan Dua dalam Persekitaran PdP"									
Description Text:									
1-not suitable 2-neutral 3-suitable									
TABLE 1.1. NGT-PLUS ANALYSIS									
Items / Elements	Voter1	Voter2	Voter3	Voter4	Voter5	Total item score	Percentage	Rank	Priority
Penggunaan Alat Digital Interaktif	3	3	3	3	3	15	100.00	1	
Penyediaan Soalan Bertahap (Scaffolding)	3	3	2	3	3	14	93.33	2	
Pengajaran Berasaskan Contoh Berfikir (Worked Example)	3	3	2	3	3	14	93.33	2	
Sesi Pemecahan Masalah Secara Kolaboratif	3	3	3	3	3	15	100.00	1	
Penggunaan Pembelajaran Berasaskan Projek Mini	2	3	3	2	3	13	86.67	3	
Bahan PdP Multimedia	3	3	3	3	3	15	100.00	1	
Penilaian Formatif Berterusan	3	3	3	3	3	15	100.00	1	
Strategi Penyoalan Berwajaran Tinggi (Higher-Order Questio...	3	3	2	3	3	14	93.33	2	
Sokongan Pengajaran Berbeza (Differentiated Instruction)	3	3	2	3	3	14	93.33	2	
Pengukuhan Komunikasi Matematik	3	3	2	3	3	14	93.33	2	

Rajah 2: Data analisis menggunakan perisian NGT-Plus

Sumber: Data analisis dari perisian NGT-Plus

Jadual 2: Strategi Pengajaran PMBR Algebra Tingkatan Dua Persekitaran PdP dalam Talian

Items / Elements	Voter1	Voter2	Voter3	Voter4	Voter5	Total item	Percentage	Rank Priority	Voter Consensus
Penggunaan Alat Digital Interaktif	3	3	3	3	3	15	100	1	Suitable
Penyediaan Soalan Bertahap (<i>Scaffolding</i>)	3	3	2	3	3	14	93.33	2	Suitable
Pengajaran Berasaskan Contoh Berfikir (<i>Worked Example</i>)	3	3	2	3	3	14	93.33	2	Suitable
Sesi Pemecahan Masalah Secara Kolaboratif	3	3	3	3	3	15	100	1	Suitable
Penggunaan Pembelajaran Berasaskan Projek Mini	2	3	3	2	3	13	86.67	3	Suitable
Bahan PdP Multimedia	3	3	3	3	3	15	100	1	Suitable
Penilaian Formatif Berterusan	3	3	3	3	3	15	100	1	Suitable
Strategi Penyoalan Berwajaran Tinggi (<i>Higher-Order Questioning</i>)	3	3	2	3	3	14	93.33	2	Suitable
Sokongan Pengajaran Berbeza (<i>Differentiated Instruction</i>)	3	3	2	3	3	14	93.33	2	Suitable
Pengukuhan Komunikasi Matematik	3	3	2	3	3	14	93.33	2	Suitable

** output from the NGT-Plus software

Sumber: Hasil analisis Perisian NGT-Plus.

Jadual 2 menunjukkan hasil penilaian lima pakar menunjukkan bahawa kesemua sepuluh strategi yang dinilai berada dalam kategori "suitable" (sesuai), menunjukkan kesesuaian yang tinggi untuk digunakan dalam pengajaran masalah bukan rutin Algebra Tingkatan Dua dalam persekitaran Pengajaran dan Pembelajaran (PdP) dalam talian (Grant dan Davis, 1997; Waggoner et al., 2016). Empat strategi—Penggunaan Alat Digital Interaktif (Mishra dan Koehler, 2006; Wang dan Wang, 2021), Sesi Pemecahan Masalah Secara Kolaboratif (Dillenbourg, 1999), Bahan PdP Multimedia (Mayer, 2009), dan Penilaian Formatif Berterusan (Black dan Wiliam, 2018)—mencapai skor maksimum 15 dengan 100% konsensus, menjadikannya keutamaan tertinggi (*Rank 1*) kerana dipersetujui sepenuhnya oleh semua pakar. Strategi lain seperti Penyediaan Soalan Bertahap (*Scaffolding*) (Hmelo-Silver et al., 2007), Pengajaran berasaskan contoh berfikir (*Worked Example*) (Renkl, 2014), Strategi penyoalan berwajaran tinggi (*Higher-Order Questioning*) (Boyer, 1990), Sokongan pengajaran berbeza (*Differentiated Instruction*) (Tomlinson, 2014) dan Pengukuhan Komunikasi Matematik (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000) memperoleh skor 14 (93.33%), menunjukkan penerimaan yang kuat tetapi dengan sedikit variasi pandangan. Satu-satunya strategi dengan skor lebih rendah ialah Pembelajaran Berasaskan Projek Mini (86.67%), namun masih diklasifikasikan sesuai, mungkin kerana keperluan untuk masa dan perancangan yang lebih intensif dalam persekitaran dalam talian (Blumenfeld et al., 1991). Secara keseluruhan, tahap konsensus yang tinggi (Grant dan Davis, 1997) membuktikan kesepakatan pakar bahawa semua strategi adalah relevan dan berkesan untuk meningkatkan PdP dalam talian.

Jadual 3: Strategi Pengajaran dan Elemen

Kandungan	Elemen
Penggunaan Alat Digital Interaktif	Menggunakan simulasi algebra, papan putih digital (Jamboard, Whiteboard.fi), dan aplikasi manipulatif maya untuk membantu pelajar memvisualkan konsep abstrak.
Sesi Pemecahan Masalah Secara Kolaboratif	Mewujudkan bilik pecahan (<i>breakout rooms</i>) di platform seperti Google Meet/Zoom untuk membolehkan pelajar berbincang, berkongsi strategi, dan membina penyelesaian bersama.
Bahan PdP Multimedia	Menghasilkan video ringkas, animasi, dan infografik yang menerangkan strategi mengenal pasti pola, membina persamaan, atau menukar pernyataan kepada bentuk algebra.
Penilaian Formatif Berterusan	Menggunakan kuiz dalam talian (Quizizz, <i>Google Form</i> , Kahoot) untuk memantau pemahaman pelajar dan mengenal pasti salah konsep yang perlu diperbetulkan segera.
Penyediaan Soalan Bertahap (<i>Scaffolding</i>)	Menyusun masalah bukan rutin secara berperingkat—daripada soalan mudah kepada kompleks—agar pelajar mendapat sokongan beransur sebelum menyelesaikan masalah lebih mencabar.
Pengajaran Berasaskan Contoh Berfikir (<i>Worked Example</i>)	Guru menyediakan contoh penyelesaian lengkap untuk masalah bukan rutin dan menerangkan proses pemikiran (<i>thinking aloud</i>) supaya pelajar memahami strategi penyelesaian.
Strategi Penyoalan Berwajaran Tinggi (<i>Higher-Order Questioning</i>)	Guru menyoal dengan teknik seperti “mengapa?”, “bagaimana jika?”, atau “apakah strategi lain?” untuk menggalakkan pemikiran aras tinggi dalam penyelesaian masalah.
Sokongan Pengajaran Berbeza (<i>Differentiated Instruction</i>)	Memberikan jenis soalan dan tahap sokongan berbeza mengikut kemampuan pelajar—contohnya, video panduan tambahan untuk pelajar lemah dan cabaran tambahan untuk pelajar mahir.
Pengukuhan Komunikasi Matematik	Menggalakkan pelajar menjelaskan langkah penyelesaian melalui rakaman suara, video pendek, atau forum perbincangan dalam <i>Google Classroom</i> bagi meningkatkan kefahaman dan keyakinan.
Penggunaan Pembelajaran Berasaskan Projek Mini	Melibatkan pelajar dalam tugas kecil yang memerlukan mereka mengaplikasi algebra dalam situasi dunia sebenar, seterusnya meningkatkan kefahaman konsep dan motivasi.

Sumber: Disintesis oleh penyelidik berdasarkan kajian lepas

Jadual 3 menerangkan yang perkara-perkara yang berikut:

Penggunaan Alat Digital Interaktif

Alat digital interaktif, seperti papan putih interaktif (contoh: Whiteboard.fi, Jamboard), simulator (GeoGebra, Desmos), dan aplikasi Algebra, memainkan peranan penting dalam PdP dalam talian (Wang & Wang, 2021). Alat-alat ini membolehkan guru memvisualkan konsep abstrak algebra, menawarkan interaktiviti, dan menyokong pembelajaran koperatif, walaupun dalam persekitaran maya (Dillenbourg, 1999; Mayer, 2009). Visualisasi dan manipulasi simbolik, terutamanya melalui perisian seperti GeoGebra atau Desmos, adalah kritikal untuk membantu pelajar memahami hubungan struktur algebra (contoh: transformasi ungkapan, graf fungsi) (Hoyles & Noss, 2003; Zbiek et al., 2007).

Pelaksanaan aktiviti melibatkan penggunaan papan putih maya untuk aktiviti kelas masa sebenar, manakala simulasi algebra (GeoGebra, Desmos) digunakan untuk meneroka persamaan dan transformasi (Wang dan Wang, 2021). Kuiz interaktif (seperti Quizziz atau Google Forms) boleh digunakan untuk penilaian pemahaman pantas secara formatif (Black dan Wiliam, 2018). Untuk menerangkan langkah-langkah yang sukar, klip pendek atau rakaman skrin (micro-lectures) boleh diintegrasikan (Koehler dan Mishra, 2009). Sebagai contoh, pelajar boleh menggunakan GeoGebra untuk memvisualkan langkah penyelesaian ungkapan mudah, manakala aktiviti berkumpulan boleh menggunakan papan putih maya untuk berkongsi dan menerangkan strategi (Dillenbourg, 1999). Penilaian dilaksanakan melalui kebolehan pelajar mewakili masalah secara digital, kebolehan menerangkan transformasi Algebra dalam catatan papan putih, dan keputusan kuiz formatif (Black dan Wiliam, 2018; Zbiek et al., 2007).

Sesi Pecahan Masalah (*Breakout Rooms*)

Sesi pemecahan masalah dalam kumpulan kecil (menggunakan breakout rooms atau bilik pecahan) membolehkan perbincangan secara mendalam, perkongsian strategi penyelesaian, dan pembelajaran rakan sebaya berlaku secara efektif, walaupun dalam persekitaran dalam talian (Dillenbourg, 1999; Kirschner et al., 2009). Aktiviti ini amat sesuai untuk masalah bukan rutin (non-routine problems) di mana idea dan strategi penyelesaian yang pelbagai lebih mudah muncul dalam suasana yang kecil dan lebih fokus (Lester dan Cai, 2016).

Cara pelaksanaan yang disarankan adalah dengan membahagikan pelajar ke dalam kumpulan yang terdiri daripada tiga hingga empat ahli, dan memberikan tugas pemecahan masalah yang jelas (Hmelo-Silver et al., 2007). Kumpulan digalakkan untuk mengenal pasti dan mencuba sekurang-kurangnya dua pendekatan berlainan (cth: strategi Algebra dan strategi heuristik seperti membuat pembolehubah bantu) dan mencatat atau merakam langkah-langkah kerja mereka (Polya, 2004). Aktiviti ini menggalakkan pergerakan kognitif (cognitive moves) yang pelbagai (Schoenfeld, 2016). Guru bergerak masuk dan keluar bilik pecahan secara berkala, bertindak sebagai moderator dan fasilitator, bukannya pemberi jawapan (Hmelo-Silver et al., 2007). Setelah selesai, kumpulan kembali ke bilik utama untuk sesi "gallery walk" di papan putih maya, di mana strategi terbaik dipamerkan dan dibincangkan (Dillenbourg, 1999). Contoh aktiviti melibatkan tugas seperti "Selesaikan masalah M yang tidak rutin, dan kongsi satu strategi Algebra dan satu strategi heuristik." Penilaian boleh dilaksanakan menggunakan rubrik yang menilai kualiti strategi yang digunakan, justifikasi langkah penyelesaian, dan pembahagian kerja dalam kumpulan, menumpukan pada proses dan produk penyelesaian masalah (Lester dan Cai, 2016).

Bahan PdP Multimedia

Penggunaan bahan multimedia seperti video ringkas, animasi, dan infografik adalah penting untuk menyokong pelbagai gaya pembelajaran dan mempertingkatkan kefahaman konsep matematik yang abstrak (Mayer, 2009; Moreno & Mayer, 2007). Terutama pada topik abstrak Algebra, animasi langkah demi langkah amat membantu memecahkan proses pemikiran dan menunjukkan hubungan struktural yang sukar dilihat secara statik (Mayer, 2009). Cara pelaksanaan yang disarankan adalah dengan menyediakan klip pendek (mikro-ceramah) yang padat (≤ 5 minit) yang memecahkan masalah bukan rutin kepada fasa-fasa pemecahan masalah yang jelas (Mishra & Koehler, 2006). Fasa-fasa ini boleh distrukturkan mengikut kerangka Polya (2004): (1) memahami masalah, (2) memodelkan secara algebra, (3) strategi penyelesaian, dan (4) penyemakan jawapan. Infografik juga boleh disediakan berkaitan dengan strategi pemecahan masalah Algebra dan kaedah heuristik yang relevan (Mayer, 2009). Contoh lain termasuk menayangkan video yang menunjukkan secara eksplisit bagaimana menukar ayat masalah kepada ungkapan algebra dengan anotasi langkah demi langkah untuk mengurangkan beban kognitif (Sweller et al., 2011). Kaedah penilaian formatif boleh dilaksanakan dengan memberi tugas refleksi di mana pelajar dikehendaki menulis dua hingga tiga ayat ringkas tentang strategi yang dipelajari dan cara menggunakannya selepas menonton bahan multimedia tersebut (Black & Wiliam, 2018).

Penilaian Formatif Berterusan

Penilaian ringkas berulang (seperti kuiz, soalan terfokus, dan pengamatan papan putih) adalah strategi kritikal yang memberikan maklum balas tepat masa (real-time feedback) kepada pelajar dan guru (Black dan Wiliam, 2018; Hattie dan Timperley, 2007). Proses ini penting untuk membetulkan miskonsepsi dengan segera semasa proses pembelajaran, terutamanya untuk masalah bukan rutin yang menuntut pemikiran berperingkat dan fleksibiliti strategi (Wiliam, 2011).

Cara pelaksanaan adalah dengan menggunakan soalan formatif singkat pada awal, semasa, dan akhir sesi pembelajaran (misalnya menggunakan poll, kuiz pendek, atau tugas papan putih maya) (Mishra dan Koehler, 2006). Guru kemudiannya perlu merekodkan respons untuk analisis trend pemahaman kelas. Maklum balas yang diberikan mesti bersifat menyeluruh, bukan sekadar betul/salah, tetapi menjelaskan langkah atau strategi yang lemah, membimbing pelajar ke arah pemikiran yang lebih efektif (Hattie dan Timperley, 2007). Contoh rubrik penilaian seharusnya tidak hanya menumpukan pada jawapan akhir, tetapi menilai proses pemikiran (seperti penggunaan strategi), ketepatan algebra, dan refleksi akhir pelajar (Schoenfeld, 2016). Penekanan penilaian adalah pada penambahbaikan dari satu kuiz ke kuiz berikutnya, kebolehan pelajar menjelaskan kesilapan mereka (metakognisi), dan penggunaan strategi pembetulan yang relevan (Nelson dan Narens, 1990; Wiliam, 2011).

Penyediaan Soalan Bertahap (*Scaffolding*)

Penyediaan soalan bertahap (*scaffolding*) bermula dari bantuan (tips) yang tinggi kepada autonomi pelajar, sesuai untuk membimbing pelajar menjalani masalah bukan rutin tanpa terus "memberi" jawapan (Hmelo-Silver et al., 2007; Wood et al., 1976). *Scaffolding* bertujuan untuk mengurangkan beban kognitif pelajar dan membantu mereka dalam pembentukan strategi penyelesaian yang generik (Sweller et al., 2011).

Cara pelaksanaan adalah dengan merangka soalan yang berstruktur dan bertingkat, yang bergerak melalui fasa sokongan yang berbeza: (A) Pengaktifan pengetahuan awal (misalnya, tanyakan apa yang diketahui); (B) Pemodelan (berikan contoh mudah yang berkaitan); (C)

Pertanyaan pendorong (beri petunjuk kecil); dan (D) Cabaran akhir tanpa bantuan (Hmelo-Silver et al., 2007). Dalam persekitaran dalam talian, soalan tahap 1–3 boleh diberikan terlebih dahulu, diikuti dengan soalan tahap 4 selepas sesi perbincangan atau refleksi.

Contoh soalan bertahap dalam konteks pemecahan masalah Algebra adalah: Soalan 1: “Tuliskan apa yang anda faham dari masalah ini (mengaktifkan pengetahuan awal).” Soalan 2: “Bolehkah anda bentuk persamaan untuk situasi ini (pemodelan)?” Soalan 3: “Cuba manipulasi persamaan untuk cari punca; jika sukar, cuba penggantian nilai (petunjuk pendorong).” Soalan 4: “Selesaikan masalah tanpa bantuan (autonomi).” Penilaian dilaksanakan berdasarkan kebolehan pelajar bergerak dari tahap bantuan kepada tahap bebas kaedah penyelesaian, tempoh masa yang diambil untuk mencapai penyelesaian autonomi, dan jenis petunjuk yang diperlukan (Hmelo-Silver et al., 2007; Reiser, 2004).

Pengajaran Berasaskan Contoh Berfikir (*Worked Example*)

Worked examples mendidik pelajar tentang langkah pemikiran dan strategi yang sangat kukuh semasa fasa pembelajaran awal konsep atau strategi penyelesaian masalah. Untuk masalah bukan rutin, worked example perlu memfokuskan kepada kenapa langkah dipilih, bukan sekadar bagaimana.

Cara pelaksanaan adalah dengan menyediakan worked examples yang praktikal iaitu setiap langkah diberikan justifikasi, alternatif yang mungkin dan titik “keputusan” (kenapa pilih langkah ini?) Sediakan juga “faded worked examples” di mana contoh awal lengkap dan contoh berikutnya tinggalkan beberapa langkah untuk pelajar lengkapkan. Contoh aktiviti adalah dengan menonton video berkaitan yang menunjukkan dua pendekatan berbeza untuk satu masalah bukan rutin dan bandingkan kelebihan/kekurangan masing-masing. Penilaian adalah dengan cara pelajar diminta menulis ringkasan strategi contoh dan cuba pendekatan yang bergantung pada contoh yang sama (transfer).

Strategi Penyoalan Beraras Tinggi (*Higher-Order Questioning*)

Soalan aras tinggi (mengapa, bagaimanakah jika, bandingkan) memaksa pelajar berfikir secara meta-kognitif dan membuat sambungan antara konsep, penting untuk latihan penyelesaian masalah yang memerlukan adaptasi strategi. Cara pelaksanaan adalah menggunakan soalan terbuka semasa sesi utama dan dalam kumpulan kecil, contohnya “Mengapa strategi ini sesuai?”, “Apa anda ubah jika syarat masalah berubah?” “Bolehkah anda bina masalah baru yang diselesaikan dengan teknik ini?” Guru menilai kualiti hujah, bukan hanya jawapan akhir. Contoh soalan adalah “Jika kita menukar parameter a kepada $2a$, bagaimana langkah penyelesaian berubah? Mengapa?” Cara penilaian adalah berdasarkan kebolehan menghasilkan hipotesis, memodifikasi strategi dan menjadikan hubungan antara langkah rasional.

Sokongan Pencapaian Berbeza (*Differentiated Instruction*)

Pelajar mempunyai tahap penguasaan berbeza dan pembelajaran perlu diubah suai (tugas, sokongan, kecekapan) untuk memastikan semua berkembang. Pembelajaran dalam talian ini boleh diurus melalui sumber pelbagai, kumpulan fleksibel dan tugas pilihan. Cara pelaksanaan adalah dengan menyediakan beberapa laluan tugas: Laluan A (pemulihan/konkrit) dengan lebih banyak scaffolding dan contoh sementara Laluan B (standard) iaitu tugas penyelesaian masalah berstruktur seterusnya Laluan C (lanjutan) iaitu tugas yang memerlukan generalisasi/penyiasatan. Gunakan analisis kuiz formatif untuk membentuk kumpulan pelajar yang memerlukan intervensi. Sebagai contoh, pelajar yang memerlukan sokongan diberi senarai semak langkah-langkah, sementara pelajar berkemahiran diminta

menyediakan bukti atau eviden, Kaedah penilaian adalah melalui perbezaan progress dalam titik permulaan masing-masing dan penglibatan dalam tugas ekstra.

Pengukuhan Komunikasi Matematik

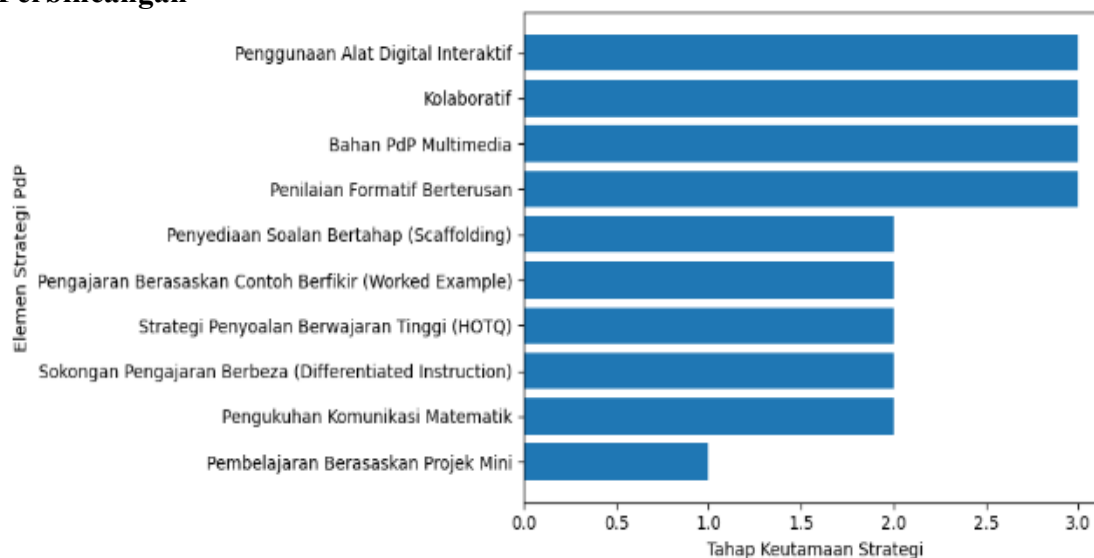
Pengukuhan komunikasi matematik adalah kebolehan menerangkan langkah, hujah dan notasi (bahasa matematik) sebagai kunci untuk penguasaan konsep. Komunikasi juga mendedahkan miskonsepsi yang mungkin tidak jelas dari jawapan akhir sahaja. Cara Pelaksanaan adalah dengan mewujudkan aktiviti “Explain Your Solution” di mana pelajar membuat rakaman ringkas (suara/teks) bagi menjelaskan langkah mereka, menggunakan forum atau Google Classroom untuk perbincangan bertema, seterusnya memberi tugas kepada pelajar menilai rakan menggunakan rubrik komunikasi (ketepatan istilah, kejelasan hujah). Sebagai contoh ialah meminta pelajar menulis tiga hingga lima ayat yang menjelaskan mengapa langkah tersebut dipilih berbanding dengan kaedah lain. Sementara penilaian boleh dilaksanakan berdasarkan kejelasan hujah, penggunaan notasi betul dan kebolehan menjawab soalan rakan.

Penggunaan Pembelajaran Berasaskan Projek Mini

Projek mini membolehkan pelajar mengaplikasikan algebra bukan rutin kepada konteks dunia sebenar, meningkatkan motivasi dan membolehkan penerapan pelbagai kemahiran (penyelesaian masalah, komunikasi, pembentangan). Cara pelaksanaan adalah dengan mereka projek satu hingga dua minggu di mana pelajar menyelesaikan masalah dunia sebenar yang memerlukan formula algebra (contoh: model kos, pola bilangan). Pembelajaran dalam talian, cara pelaksanaan adalah menggunakan dokumen kolaboratif untuk laporan, papan putih untuk pemodelan dan sesi pembentangan live atau rakaman. Tetapkan pernyataan masalah, model algebra, penyelesaian dan verifikasi serta pembentangan.

Contoh projek mini adalah seperti “Bina model algebra untuk bilangan jam kerja dan upah yang memaksimumkan pendapatan tertentu” atau “Analisis pola dan ramalkan nilai ke-n menggunakan model algebra.” Cara penilaian adalah secara rubrik yang menilai kebolehgunaan model, ketepatan matematik, kreativiti, dan pembentangan.

Perbincangan



Rajah 3 menunjukkan keutamaan elemen strategi pengajaran penyelesaian masalah bukan rutin Algebra tingkatan dua.

Sumber: Data Analisis Kajian

Rajah 3 menunjukkan tahap keutamaan elemen strategi pengajaran dan pembelajaran (PdP) masalah matematik bukan rutin Algebra Tingkatan Dua berdasarkan penilaian lima orang pakar pendidikan matematik. Panjang bar yang berbeza menggambarkan tahap keutamaan relatif setiap strategi, di mana bar yang lebih panjang menunjukkan tahap keutamaan yang lebih tinggi. Secara keseluruhan, dapatan ini memperlihatkan bahawa majoriti strategi yang dicadangkan berada pada tahap keutamaan tinggi hingga tertinggi, menandakan kesesuaian strategi tersebut untuk diaplikasikan dalam persekitaran PdP dalam talian.

Dapatan menunjukkan bahawa penggunaan alat digital interaktif, pembelajaran kolaboratif, bahan PdP multimedia dan penilaian formatif berterusan merupakan strategi dengan keutamaan tertinggi. Hal ini mencerminkan kepentingan teknologi dan interaksi aktif dalam menyokong pembelajaran masalah bukan rutin algebra secara dalam talian. Penggunaan alat digital interaktif dan bahan multimedia membantu murid memvisualisasikan konsep algebra yang abstrak, manakala pembelajaran kolaboratif membolehkan murid membina pemahaman melalui perbincangan dan perkongsian idea. Penilaian formatif berterusan pula membolehkan guru memantau perkembangan pemikiran murid dan memberikan maklum balas segera, selaras dengan prinsip pembelajaran berpusatkan murid.

Strategi yang berada pada tahap keutamaan tinggi, iaitu penyediaan soalan bertahap (*scaffolding*), pengajaran berasaskan contoh berfikir (*worked example*), strategi penyoalan berwajaran tinggi, sokongan pengajaran berbeza dan pengukuhan komunikasi matematik, menekankan peranan pedagogi guru dalam membimbing proses pemikiran murid. Strategi ini menyokong perkembangan pemikiran aras tinggi dengan menyediakan sokongan berperingkat dan mengurangkan beban kognitif murid, khususnya dalam persekitaran pembelajaran dalam talian yang kurang interaksi bersemuka. Dapatan ini mengukuhkan pandangan bahawa penguasaan teknologi perlu disertai dengan pendekatan pedagogi yang terancang dan berfokuskan proses penyelesaian masalah.

Sebaliknya, pembelajaran berasaskan projek mini berada pada tahap keutamaan paling rendah berbanding strategi lain. Walaupun strategi ini mempunyai potensi untuk meningkatkan pembelajaran bermakna, kedudukannya yang lebih rendah mungkin disebabkan oleh kekangan pelaksanaan dalam PdP dalam talian seperti masa, pemantauan tugas dan tahap kesiapsiagaan murid. Dapatan ini menunjukkan bahawa tidak semua strategi inovatif sesuai dilaksanakan secara optimum dalam semua konteks, dan pemilihan strategi perlu mengambil kira realiti pelaksanaan di peringkat sekolah.

Kesimpulan

Kajian ini bertujuan mengenal pasti keutamaan strategi pengajaran dan pembelajaran bagi menangani cabaran pengajaran masalah bukan rutin Algebra Tingkatan Dua dalam persekitaran PdP dalam talian. Berdasarkan graf bar yang dianalisis, dapatan menunjukkan bahawa strategi berasaskan teknologi dan interaksi aktif, khususnya penggunaan alat digital interaktif, pembelajaran kolaboratif, bahan PdP multimedia dan penilaian formatif berterusan, merupakan strategi paling dominan dan dipersetujui pakar.

Dapatan kajian ini menegaskan bahawa keberkesanan PdP masalah bukan rutin algebra dalam talian tidak hanya bergantung kepada penggunaan teknologi, tetapi juga kepada pendekatan pedagogi yang menyokong pemikiran murid secara berperingkat. Strategi seperti *scaffolding*, *worked example* dan penyoalan berwajaran tinggi perlu dilaksanakan secara bersepadu bagi memastikan murid mampu membina kefahaman konsep algebra yang mendalam dan bermakna.

Sebagai kesimpulan, kajian ini memberikan implikasi penting kepada guru matematik dan pihak berkepentingan dalam pendidikan untuk merancang PdP algebra bukan rutin yang lebih sistematik, realistik dan berkesan dalam persekitaran dalam talian. Kajian lanjutan dicadangkan untuk menguji keberkesanan strategi yang dikenal pasti ini melalui kajian empirikal di bilik darjah sebenar, sama ada secara bersemuka atau hibrid, bagi mengukuhkan dapatan kajian ini.

Penghargaan

Terima kasih yang tidak terhingga kepada pakar-pakar yang sukarela membantu mengorbankan tenaga, waktu dan idea dalam kajian ini. Terima kasih juga untuk pihak OUM kampus induk Kuala Lumpur yang menyokong sehingga kajian ini selesai.

Rujukan

- Artz, A. F., & Armour-Thomas, E. (1992). Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*, 9(2), 137–175.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369-398.
- Borba, M. C., Askar, P., Engelbrecht, J., Gadanidis, G., Llinares, S., & Aguilar, M. S. (2020). Blended learning, e-learning and mobile learning in mathematics education. *ZDM—Mathematics Education*, 52(5), 763–774. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01157-0>
- Boyer, E. L. (1990). Scholarship reconsidered: Priorities of the professoriate. The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching.
- Cantrill, J. A., Sibbald, B., & Asher, D. (2007). Non-face-to-face techniques for eliciting views: a comparison of focus groups, Nominal Group Technique and Delphi technique. *Quality in Health Care*, 6(1), 32–38.
- Chan, W. F., Pua, K. P., & Ooi, J. K. (2020). Exploring the challenges faced by mathematics teachers during the implementation of online teaching and learning amidst COVID-19 pandemic.
- Chan, W. F., Pua, K. P., & Ooi, J. K. (2020). Exploring the challenges faced by mathematics teachers during the implementation of online teaching and learning amidst COVID-19 pandemic.
- Chen, J. C., Chen, S. F., & Yu, C. T. (2025). Four-to-six-year-olds' developing metacognition and its association with learning outcomes. *Frontiers in Education*, 10.
- Chi, M. T. H., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive Science*, 13(2), 145–182.
- Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management Science*, 9(3), 458–467. <https://doi.org/10.1287/mnsc.9.3.458>
- Delbecq, A. L., Van de Ven, A. H., & Gustafson, D. H. (1975). Group techniques for program planning: A guide to Nominal Group and Delphi processes. Scott Foresman and Company.
- Desoete, A., & De Craene, B. (2019). Metacognition and mathematics education: From academic chronicle to future research scenario—A bibliometric analysis. *European Journal of Mathematics and Science Education*, 17(4), 14381-14392.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? In P. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches* (pp. 1-19). Elsevier.
- Ericsson, K. A. (2008). Deliberate practice and acquisition of expert performance: A general overview. *Academic Emergency Medicine*, 15(10), 988-994.

- Finch, D. J., Hamilton, L. K., & Baldwin, S. (2013). The nominal group technique in program evaluation: A viable alternative to focus groups. *American Journal of Evaluation*, 34(3), 307-320.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Gibson, G., & Soanes, S. (2000). *Facilitating focus groups: A practical guide*. Ashgate Publishing, Ltd.
- Grant, A. M., & Davis, J. J. (1997). A comparison of the Nominal Group Technique and the Delphi technique: Two methods for gaining expert consensus. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 4(7), 395-402.
- Große, C. S., & Renkl, A. (2007). Using example-based learning to foster metacognitive knowledge. *Learning and Instruction*, 17(5), 555-565.
- Habibi, A., Sarafrazi, A., & Izadyar, S. (2014). Fuzzy Delphi technique for forecasting and screening items. *Asian Journal of Research in Business Economics and Management*, 4(8), 213-224.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K. C., Wearne, D., Murray, H., Olivier, A., & Human, P. (1997). *Making sense: Teaching and learning mathematics with understanding*. Heinemann.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
- Hodges, C., Moore, S., Locke, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*, 27 March.
- Holetzek, T., Desch, A., Klingler, C., van de Bovenkamp, H., & Holmberg, C. (2025). The Role of Representation in Participatory Settings of Health Research in Germany. *Social Science & Medicine*.
- Honebein, P. C., Jones, M. G., & Smith, D. (2021). Online collaborative problem solving in mathematics: Challenges and pedagogical strategies. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 14(1), 1-15.
- Hoyles, C., & Noss, R. (2003). What can digital technologies bring to the teaching and learning of mathematics? In A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. K. S. Leung (Eds.), *Second international handbook of mathematics education* (pp. 323-340). Kluwer Academic Publishers.
- 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 Systems*, 55(3), 241-253. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(93\)90251-C](https://doi.org/10.1016/0165-0114(93)90251-C)
- Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM). (2018). *Kurikulum Standard Sekolah Menengah: Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Matematik Tingkatan Dua. Bahagian Pembangunan Kurikulum*.
- Kieran, C. (2007). Learning and teaching of algebra at the middle school through college levels: Unapologetic algebra. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 707-762). Information Age Publishing.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy Press.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2009). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.

- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.
- Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S., & Graham, C. R. (2013). The technological pedagogical content knowledge framework. In M. J. Spector et al. (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 101–111). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_9
- Lloyd-Jones, M., Fowell, S., & Bligh, J. G. (1999). The use of the Nominal Group Technique as a consensus development method. *British Journal of General Practice*, 49(445), 481–485
- Lester, F. K., & Cai, J. (2016). Problem solving. In J. Cai (Ed.), *Compendium for research in mathematics education* (pp. 391–417). National Council of Teachers of Mathematics.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.
- Liu, Y., Li, G., Yang, Z., & Chen, J. (2015). How to choose appropriate experts for peer review: An intelligent recommendation method in a big data context. *Artificial Intelligence Review*, 44(4), 543–553.
- Lomax, P. M., & McLeman, P. R. (1984). The uses of the nominal group technique in action research. *Journal of Advanced Nursing*, 9(2), 163–175.
- MacPhail, A. (2001). The use of the nominal group technique in research. *The Sport Psychologist*, 15(2), 195–201.
- Mahmud, J., Taha, H., & Yaacob, R. (2021). Analisis kesilapan pelajar dalam menyelesaikan masalah bukan rutin matematik menggunakan model Newman.
- Mahmud, J., Taha, H., & Yaacob, R. (2021). Analisis kesilapan pelajar dalam menyelesaikan masalah bukan rutin matematik menggunakan model Newman. *Jurnal Pendidikan Malaysia*, 46(1), 1–10.
- Manera, K., Hanson, C., & Gutman, T. T. A. (2019). Nominal Group Technique. In P. Liampittong (Ed.), *Handbook of Research Methods in Health Social Sciences* (pp. 737–750). Springer Singapore.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Michel, D. E., Iqbal, A., Faehrmann, L., Tadić, I., Paulino, E., Chen, T. F., et al. (2021). Using an online nominal group technique to determine key implementation factors for COVID-19 vaccination programmes in community pharmacies. *International Journal of Clinical Pharmacy*, 43(6), 1705–1717.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2007). Interactive multimedia: Principles and results from the science of learning. *Educational Technology Research and Development*, 55(3), 329–342.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1990). Metacognition: A theoretical framework and empirical findings. *Metacognition: Knowing about knowing*, 4, 1–25.
- OECD. (2021). *Mathematics for the future: Learning, teaching and assessment*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9d521f55-en>
- O'Neil, S. A., & Jackson, J. E. (1983). The nominal group technique in educational planning. *Evaluation Review*, 7(5), 629–644.
- Onwuegbuzie, A. J., & Leech, N. L. (2007). Sampling designs in qualitative research: Making the sampling process more public. *The Qualitative Report*, 12(2), 238–254.

- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2020). PISA 2018 Results (Volume V): Effective Policies, Successful Schools. OECD Publishing.
- Pehkonen, E. (1997). The state-of-art in mathematical creativity. *ZDM Mathematics Education*, 29(3), 63-67.
- Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Polya, G. (1973). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton University Press.
- Polya, G. (2004). *How to solve it: A new aspect of mathematical method (Expanded ed.)*. Princeton University Press.
- Potter, M., Gordon, S., & Hamer, P. (2020). The use of Nominal Group Technique in health research. *Journal of Advanced Nursing*, 76(8), 2096–2107.
- Reiser, B. J. (2004). Scaffolding complex learning: The mechanisms of structuring and problematizing student work. *Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 273-304.
- Renkl, A. (2014). Toward an instructional theory for worked examples. In V. A. Benassi, C. E. Overson, & C. M. Hakala (Eds.), *Applying science of learning in education: Infusing psychological science into the curriculum* (pp. 128-140). Society for the Teaching of Psychology.
- Renkl, A. (2014). Toward an instructionally oriented theory of example-based learning. *Cognitive Science*, 38(1), 1–37.
- Renkl, A., & Atkinson, R. K. (2003). Working with worked-out examples and fading: Effects on achievement and motivation. *Cognition and Instruction*, 21(2), 183–208.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-370). New York: Macmillan.
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making. *Journal of Education*, 196(2), 1–38. <https://doi.org/10.1177/002205741619600202>
- Schoenfeld, A. H. (2016). Research methods in (mathematics) education. In J. Cai (Ed.), *Compendium for research in mathematics education* (pp. 526-557). National Council of Teachers of Mathematics.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Star, J. R., & Van Der Waard, J. E. (2021). The use of worked examples and self-explanation in mathematics learning. *Theory Into Practice*, 60(2), 177–187.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296.
- Tomlinson, C. A. (2014). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners* (2nd ed.). ASCD.
- Trust, T., & Whalen, J. (2021). Should teachers be trained in emergency remote teaching? Lessons learned from the COVID-19 pandemic. *Journal of Technology and Teacher Education*, 29(2), 189–199.

- Van de Ven, A. H., & Delbecq, A. L. (1974). The effectiveness of Nominal, Delphi, and interacting group decision making processes. *Academy of Management Journal*, 17(4), 605-621.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard university press.
- Waggoner, J., Carline, J. D., & Durning, S. J. (2016). Is there a consensus on consensus methodology? Descriptions and recommendations for future consensus research. *Academic Medicine*, 91(5), 663–668.
- Wang, F., & Wang, M. (2021). Interactive digital tools in mathematics education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 69(1), 1-27.
- Wiliam, D. (2011). *Embedded formative assessment*. Solution Tree Press
- Wong, J. B., Chew, C. M., & Nor Azlan, M. (2017). The effects of Polya's Problem Solving Method on students' achievement and problem solving skills.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100
- Zakaria, E., & Maat, S. M. (2020). Cabaran guru matematik dalam pengajaran Algebra tingkatan dua semasa pelaksanaan Perintah Kawalan Pergerakan. *Jurnal Sains Sosial dan Kemanusiaan*, 1(1), 1-15.
- Zbiek, R. M., Heid, M. K., Blume, G. W., & Dick, T. P. (2007). Research on technology in secondary school mathematics: The past, the present, and the future. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 1169-1207). Information Age Publishing.