

Kemahiran Proses Matematik Sebagai Asas kepada Pendidikan STEM yang Holistik

(*Mathematical Process Skills as a Foundation for Holistic STEM Education*)

Ma Jia Wei^{1*}, Siti Mistima Maat¹

¹ Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Selangor, Malaysia

*Pengarang Koresponden: p130151@siswa.ukm.edu.my

Received: 25 October 2024 | Accepted: 2 December 2024 | Published: 31 December 2024

DOI: <https://doi.org/10.55057/jdpd.2024.6.5.5>

Abstrak: *Matematik merupakan salah satu subjek teras yang wajib belajar di sekolah rendah dan sekolah menengah di Malaysia. Dalam proses pembelajaran matematik, ia memerlukan pemahaman konsep matematik yang kukuh dan kemahiran menyelesaikan masalah dalam kehidupan seharian. Kemahiran Proses Matematik (KPM) merupakan komponen utama dalam pembentukan pendidikan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) yang holistik. Penerapan KPM disokong oleh Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) sebagai asas penting dalam pembelajaran matematik untuk melahirkan murid yang berkemahiran dalam menyelesaikan masalah kompleks dalam kehidupan harian. Walau bagaimanapun, terdapat cabaran dalam melaksanakan KPM terutamanya berkaitan dengan kesediaan guru matematik. Ramai guru matematik didapati kurang terlatih dalam mengintegrasikan KPM ke dalam pengajaran mereka dan pendekatan pengajaran yang tradisional sering tidak mendorong perkembangan kemahiran proses seperti pemikiran kritis dan penyelesaian masalah. Oleh itu, pihak berkenaan perlu berusaha dalam memperkasakan guru matematik dengan latihan yang relevan dan program pembangunan profesional yang sesuai. Melalui pendekatan yang sesuai, pengajaran dan pembelajaran STEM dapat ditingkatkan untuk memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih holistik dan berkesan. Penggunaan kaedah pengajaran yang berorientasikan proses dan penglibatan aktif akan membentuk murid yang berdaya saing dalam menyelesaikan masalah. Dengan ini, ia dapat meningkatkan mutu pendidikan STEM dan mempersiapkan murid dengan kemahiran yang relevan untuk menghadapi cabaran masa depan.*

Kata Kunci: Kemahiran Proses Matematik, Pendidikan STEM, cabaran

Abstract: *Mathematics is one of the core subjects that must be studied in primary and secondary schools in Malaysia. In the process of learning mathematics, it requires a solid understanding of mathematical concepts and problem-solving skills in everyday life. Mathematical Process Skills (MPS) are a key component in the formation of a holistic Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education. The implementation of MPS is supported by the Standard Curriculum and Assessment Document (DSKP) as an important foundation in mathematics education to produce students who are skilled in solving complex problems in daily life. However, there are challenges in implementing MPS, especially related to the readiness of teachers. Many teachers are found to be undertrained in integrating MPS into their teaching, and traditional teaching approaches often do not encourage the development of process skills such as critical thinking and problem-solving. Therefore,*

relevant parties need to strive to empower teachers with relevant training and appropriate professional development programs. Through suitable approaches, STEM teaching and learning can be enhanced to provide a more holistic and effective learning experience. The use of process-oriented teaching methods and active engagement will shape students to be competitive in problem-solving. This, in turn, can enhance the standard of STEM education and prepare students with relevant skills to face future challenges.

Keywords: Mathematical Process Skills, STEM education, challenges

1. Pendahuluan

Pendidikan di Malaysia telah berubah dari semasa ke semasa dengan mengikuti keperluan dalam zaman Revolusi Industri 4.0 ini. Dengan ini, Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) telah melakukan semakan semula terhadap Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) secara berperingkat bermula pada tahun 2017. Hal ini adalah bermatlamat bagi memastikan kualiti kurikulum yang dilaksanakan di sekolah adalah bertaraf dunia. Dalam konteks ini, para guru matematik haruslah membuat perubahan dari pengajaran tradisional kepada pengajaran yang berdasarkan Pembelajaran Abad Ke-21 (PAK 21) untuk membentuk modal insan yang memenuhi keperluan dan revolusi pendidikan (Tal et al. 2024). Pada masa kini, PAK 21 telah menunjukkan bahawa Matematik merupakan salah satu subjek penting dalam dunia pendidikan.

Matematik merupakan salah satu subjek teras yang wajib belajar di sekolah rendah dan sekolah menengah di Malaysia. Dalam proses pembelajaran matematik, ia memerlukan pemahaman konsep matematik yang kukuh dan kemahiran menyelesaikan masalah dalam kehidupan seharian (Muhammad Hafizi & Kamarudin 2020). Pendidikan Matematik ini sering dikaitkan dengan Kajian Trend Matematik dan Sains Antarabangsa (TIMSS) dan Program Penilaian Murid Antarabangsa (PISA). Dalam laporan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2020 telah menyatakan terdapat 8 inisiatif bagi mencapai matlamat mendapatkan kedudukan dalam kelompok sepertiga teratas dalam pentaksiran antarabangsa. Oleh itu, KPM telah melaksanakan pengukuhan pendidikan STEM. Pendek kata, semua pihak perlu berganding bahu dalam memastikan pendidikan Matematik kekal berkualiti dalam dunia pendidikan.

2. Senario Pendidikan Malaysia Dalam Pendidikan STEM

KPM telah mengambil langkah proaktif dalam mempersiapkan murid untuk menghadapi cabaran masa depan dengan mengintegrasikan pendidikan Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik (STEM). Hal ini adalah sejajar dengan tren global yang menekankan kepentingan pendidikan STEM sebagai asas utama dalam sistem pendidikan. Pendidikan STEM dianggap penting untuk memenuhi keperluan tenaga kerja moden dan bersaing dalam ekonomi global (Simpson, 2024). Pendidikan STEM diperkenalkan di peringkat sekolah rendah dan diteruskan di sekolah menengah serta universiti. Hal ini memastikan kesinambungan dalam pembelajaran dan penguasaan STEM sepanjang proses pembelajaran murid. Dengan pendekatan ini, murid diberikan peluang untuk bertanya dan meneroka persekitaran mereka secara aktif, membina pemikiran kritis dan kemahiran penyelesaian masalah yang penting dalam bidang STEM. Bagi memastikan bahawa bilangan graduan dalam bidang STEM adalah mencukupi, KPM telah membangunkan kerangka konseptual pendidikan STEM. Kerangka ini bertujuan untuk menyediakan panduan yang jelas dan konsisten dalam pelaksanaan pendidikan STEM di

seluruh negara. Ia merangkumi pengaplikasian pengetahuan, kemahiran dan nilai STEM yang komprehensif, memastikan murid mampu mengaplikasikannya dalam situasi sebenar.

Menurut *National Council of Supervisors of Mathematics* (NCSM) dan *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM), aktiviti yang dilaksanakan dalam pendidikan STEM haruslah konsisten dengan disiplin ilmu tersebut (Olive & Kim, 2022; Fuentes & Bloom, 2023). Sebagai contoh, guru matematik Matematik harus memastikan bahawa setiap aktiviti dalam bilik darjah bertujuan untuk mencapai objektif pembelajaran yang telah ditetapkan (Eshaq 2024). Aktiviti-aktiviti ini perlu merangsang minat murid, menggalakkan pemikiran kritis, dan membantu murid memahami aplikasi praktikal konsep matematik (Kong & Effendi, 2020). Salah satu pendekatan yang digunakan dalam pendidikan STEM ialah Pembelajaran Berasaskan Projek (PBL). Melalui PBL, murid terlibat dalam projek yang memerlukan mereka untuk mengkaji, merancang, dan mencari cara penyelesaian kepada masalah sebenar. Pendekatan ini bukan hanya meningkatkan pemahaman murid tentang konsep STEM tetapi juga membantu mereka membangunkan kemahiran seperti kerjasama, komunikasi, dan pengurusan matematik projek. Selain itu, KPM juga telah melancarkan pelbagai program dan inisiatif untuk menyokong pendidikan STEM. Antaranya termasuk menyediakan model pedagogi STEM Matematik berasaskan nilai dan akhlak untuk menyediakan pengalaman pembelajaran yang lebih holistik (Amat Yasin et al. 2021). Inisiatif ini bertujuan untuk meningkatkan minat murid terhadap bidang STEM dan menyediakan mereka dengan pengalaman praktikal yang relevan.

Walau bagaimanapun, terdapat beberapa cabaran yang perlu diatasi. Antaranya termasuk kekurangan guru matematik yang terlatih dalam bidang STEM, sumber pendidikan yang tidak mencukupi dan kurangnya minat murid terhadap subjek STEM (Muda et al., 2023). Bagi mengatasi cabaran ini, KPM perlu menyediakan latihan yang berterusan untuk guru matematik, meningkatkan kemudahan dan sumber pendidikan serta mengadakan kempen kesedaran untuk menekankan kepentingan pendidikan STEM. Secara keseluruhannya, KPM terus komited untuk meningkatkan pendidikan STEM di Malaysia melalui pelbagai inisiatif dan pendekatan yang menyeluruh. Dengan ini, Malaysia diharapkan dapat menghasilkan graduan yang kompeten dalam bidang STEM yang bersiap sedia untuk menghadapi cabaran di peringkat global.

3. Kemahiran Proses Matematik

Kemahiran proses matematik adalah perkembangan kognitif yang membolehkan individu menyelesaikan masalah secara sistematik, menganalisis data, membuat kesimpulan dan membentangkan hasil penemuan secara berkesan (Perdana et al., 2022). Dalam kemahiran proses matematik ini telah melibatkan kemahiran penyelesaian masalah, pemikiran kritis, penaakulan dan komunikasi (Perdana et al., 2022). Kemahiran proses matematik ini adalah berfokus kepada pemikiran aras tinggi dan strategi metakognitif. Dalam konteks pendidikan STEM, murid akan menggunakan Kemahiran proses matematik untuk mereka bentuk eksperimen, membuat hipotesis, menganalisis data dan membuat kesimpulan (Fajriah & Kamid, 2023). Oleh itu, para pendidik perlu menguasai kemahiran proses matematik supaya dapat mewujudkan persekitaran pembelajaran yang memupuk pemahaman dan kecekapan dalam bidang STEM.

Kemahiran penyelesaian masalah merupakan perkara penting dalam kemahiran proses matematik. Ia melibatkan kebolehan dalam mengenal pasti dan mentakrifkan masalah, merancang strategi dan menilai keberkesanan strategi tersebut. Dalam konteks pendidikan

STEM, murid perlu menyelesaikan masalah bukan sahaja persamaan matematik tetapi mereka juga perlu menyelesaikan pelbagai cabaran yang kompleks (Nanang & Rahmawati, 2022). Jika murid menguasai kemahiran penyelesaian masalah, murid akan dapat menyelesaikan masalah secara sistematik dan tabah semasa menghadapi cabaran.

Seterusnya, pemikiran kritis juga merupakan komponen penting dalam kemahiran proses matematik. Ia melibatkan proses menganalisis maklumat, menilai hasil dan membuat keputusan yang betul. Dalam bidang STEM, pemikiran kritis membolehkan murid menilai kesahan sesuatu fakta saintifik, mentafsir data dengan membuat kesimpulan yang logik (Bahri et al., 2024). Dengan menerapkan pemikiran kritis, murid akan mempelajari menjana persoalan, mencari penyelesaian alternatif dan membina hujah yang sesuai (Minarti et al., 2023; Pramasdyahsari et al., 2023). Dalam konteks ini, guru matematik perlu sentiasa merancang pengajaran yang bersifat interaktif dan berasaskan masalah untuk mewujudkan persekitaran yang membolehkan murid membina pengetahuan secara berdikari (Minarti et al., 2023).

Sehubungan dengan itu, komponen lain dalam kemahiran proses matematik ialah penaakulan. Penaakulan ini telah merangkumi penaakulan deduktif dan induktif. Penaakulan deduktif adalah membuat kesimpulan yang logik berdasarkan prinsip atau peraturan yang ditetapkan manakala penaakulan induktif adalah membuat kesimpulan berdasarkan pemerhatian atau pola tertentu. Dalam pendidikan STEM, murid akan menggunakan penaakulan untuk membuat justifikasi, hipotesis dan membuat ramalan bagi sesuatu fenomena. Melalui proses penaakulan, murid dapat membina pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep matematik dan aplikasinya dalam konteks dunia sebenar (Mumu & Tanujaya, 2019).

Di samping itu, komponen yang terakhir dalam kemahiran proses matematik adalah komunikasi. Komunikasi yang berkesan adalah perkongsian idea matematik, menerangkan cara penyelesaian masalah dan membentangkan dapatan yang jelas. Dalam bidang STEM, komunikasi adalah penting untuk berkongsi penemuan saintifik, berkolaborasi dengan rakan sebaya dan berkongsi pengetahuan kepada rakan sebaya. Guru matematik boleh meningkatkan kemahiran komunikasi murid dengan meminta murid menerangkan konsep matematik secara lisan, bertulis atau visual. Ini dapat membantu murid meningkatkan keupayaan mereka untuk menyampaikan idea yang kompleks secara efektif (Yao et al., 2024).

Justeru, guru matematik perlu memperkasakan kemahiran proses matematik dalam kalangan murid untuk menyediakan mereka menangani cabaran dunia sebenar. kemahiran proses matematik merangkumi kemahiran penyelesaian masalah, pemikiran kritis, penaakulan dan komunikasi yang penting dalam pendidikan STEM. Guru matematik haruslah mengintegrasikan kemahiran proses matematik melalui pendekatan seperti pembelajaran berasaskan masalah serta menjalani latihan profesional secara berterusan. Dengan memperkasakan kemahiran proses matematik dapat meningkatkan mutu pendidikan dan membina generasi masa depan yang berdaya saing, inovatif dan mampu menghadapi cabaran kompleks di peringkat global.

4. Implikasi Pengaplikasian Kemahiran Proses Matematik Dalam Pendidikan STEM

Pada masa ini, pendidikan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) semakin dititikberatkan dalam dunia pendidikan. Hal ini kerana pendidikan STEM dianggap penting dalam memperkukuh kemahiran murid untuk mengatasi cabaran dalam masyarakat yang semakin kompleks (Suripto et al., 2023). Dalam konteks ini, pendidikan matematik telah

memainkan peranan yang signifikan sebagai salah satu komponen utama dalam pendidikan STEM. Namun demikian, penguasaan matematik bukan sekadar tentang menghafalan formula dan cara pengiraan semata-mata tetapi ia juga melibatkan kemahiran proses matematik. Dalam kemahiran proses matematik ini telah meliputi penyelesaian masalah, penaakulan, komunikasi, perkaitan dan perwakilan. Kemahiran proses matematik ni merupakan asas yang penting dalam pendidikan STEM untuk membantu supaya untuk mengaplikasikan konsep-konsep matematik dalam kehidupan seharian (Tuong et al., 2023).

Dengan ini, KPM telah menerapkan kemahiran proses matematik ini dalam Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP). Guru matematik perlu memainkan peranan untuk memastikan murid telah menguasai kemahiran proses matematik dengan menggunakan pelbagai kaedah khususnya pemerhatian, latihan dan pembentangan (Martín-Cudero et al., 2024). Dalam DSKP telah menyenaraikan enam tahap penguasaan terhadap kemahiran proses matematik. Murid-murid sekurang-kurangnya mencapai tahap tiga sebagai tunjuk penguasaan dalam matematik. Pengintegrasian kemahiran proses matematik dalam pendidikan STEM dapat meningkatkan pemahaman konsep Matematik dan bukan sekadar hafalan. Ini dapat membantu murid untuk memperkembangkan pemikiran logik dan analitikal dalam menyelesaikan masalah kehidupan seharian.

Kesimpulannya, pengaplikasian kemahiran proses matematik dalam pendidikan STEM membawa banyak manfaat kepada murid. Ia bukan sahaja mempertingkatkan penguasaan matematik tetapi juga mengembangkan kemahiran-kemahiran penting lain yang diperlukan dalam dunia yang semakin kompleks. Maka, semua pihak haruslah berganding bahu untuk menerapkan kemahiran proses matematik dengan berkesan dalam kurikulum dan proses pengajaran harian.

5. Isu Penerapan Kemahiran Proses Matematik Dalam Pendidikan STEM Di Malaysia

5.1 Isu Perubahan Pedagogi

Dalam dunia pendidikan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) yang dilihat semakin penting, pedagogi guru matematik perlu ada perubahan dari pendekatan tradisional kepada pendekatan abad ke-21. Pengajaran abad ke-21 ini memerlukan penglibatan aktif murid dalam proses pembelajaran (Simpson, 2024). Perancangan pengajaran yang berkualiti bukan sahaja membolehkan murid menguasai konsep matematik secara mendalam tetapi juga memperkembangkan kemahiran proses matematik dengan baik. Oleh itu, pendidik haruslah menguasai pedagogi terkini di mana dapat mewujudkan Pengajaran dan Pembelajaran (PdP) yang bersifat aktif. Dengan ini, kemahiran proses matematik seperti pemikiran kritis dan kreatif, penaakulan dan penyelesaian masalah dapat diterapkan di dalam kalangan murid.

Selain itu, guru matematik juga perlu merancang pengajaran yang berkualiti untuk menyokong penerapan kemahiran proses matematik melalui pendekatan berpusatkan murid (Hajan et al., 2024). Aktiviti pembelajaran yang relevan dan bermakna akan membolehkan murid mengaplikasikan kemahiran proses matematik dalam konteks yang sesuai. Namun, guru matematik memerlukan masa, usaha dan pengetahuan pedagogi yang mendalam semasa merancang aktiviti pengajaran yang berkualiti. Pendek kata, para guru matematik perlu sedar kepentingan memperkukuhkan kemahiran proses matematik dalam pendidikan STEM. Guru matematik perlu diberi latihan yang mencukupi tentang strategi yang efektif untuk menerapkan kemahiran proses matematik dalam konteks pengajaran matematik. Ini memerlukan peluang pembangunan profesional yang relevan dan menyeluruh bagi guru matematik-guru matematik

STEM.

5.2 Isu Penilaian Kemahiran Proses Matematik

Berdasarkan Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Matematik telah menyatakan elemen kemahiran proses matematik perlu ditaksir secara berterusan dalam bilik darjah (Shahudin & Jamaludin, 2024). Elemen kemahiran proses matematik telah merangkumi penyelesaian masalah, penaakulan, komunikasi, perkaitan dan perwakilan. Pentaksiran kemahiran proses matematik ini bersifat rumit kerana kemahiran-kemahiran ini bersifat kompleks dan tidak mudah diukur secara tradisional. Penilaian penguasaan kemahiran proses matematik dalam konteks pendidikan STEM telah menjadi salah satu isu di Malaysia. Dalam konteks ini, panduan penilaian kemahiran proses matematik secara terperinci perlu disediakan bagi guru matematik. Guru matematik perlu menilai keupayaan murid dalam mengaplikasikan kemahiran tersebut dalam dunia sebenar (Gok, 2024). Kemahiran proses matematik ini telah merangkumi pelbagai kemahiran yang rumit dan saling berkaitan antara satu sama lain. Penilaian tradisional yang dijalankan di sekolah didapati tidak dapat menilai murid secara komprehensif. Pentaksiran yang berfokus dalam penghafalan dan pengetahuan prosedural didapati gagal untuk menilai Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT) dalam kalangan murid.

Dalam konteks ini, guru matematik perlu menggunakan pelbagai kaedah penilaian dalam menilai perkembangan murid dalam pembangunan kemahiran proses matematik. Pentaksiran haruslah merangkumi tugas yang dapat membolehkan murid untuk mengaplikasikan kemahiran proses matematik dalam penyelesaian masalah kehidupan sebenar. Oleh itu, pihak berkenaan perlu memberikan usaha yang berterusan untuk memastikan bahawa pentaksiran bilik darjah bukan hanya mencerminkan pencapaian akademik murid tetapi juga menyokong perkembangan kemahiran proses matematik.

6. Keperluan Guru Matematik Menerapkan Kemahiran Proses Matematik Dalam Pendidikan STEM

Dalam konteks pendidikan STEM, guru matematik telah memainkan peranan yang penting dalam memperkenalkan dan memupuk kemahiran proses matematik dalam kalangan murid. Pengintegrasian kemahiran proses matematik ke dalam pendidikan STEM adalah penting untuk mewujudkan pengalaman belajar yang holistik dan berkesan. Kemahiran proses matematik telah merangkumi pelbagai kemahiran kognitif seperti penyelesaian masalah, pemikiran kritis, komunikasi, penaakulan dan perwakilan yang merupakan asas bukan sahaja dalam matematik tetapi juga dalam bidang STEM.

Selain itu, kemahiran proses matematik telah memupuk kreativiti dan inovasi dalam bidang STEM. Biasanya, kebanyakan orang mempunyai pandangan bahawa matematik merupakan subjek yang menggunakan penghafalan dan bosan. Sebaliknya, matematik sememangnya bersifat kreatif dan memerlukan individu berfikir di luar kotak. Dengan menerapkan kemahiran proses matematik ke dalam pendidikan STEM, para guru matematik perlu memupuk rasa ingin tahu dan budaya inovasi dalam kalangan murid-murid (Khalid et al., 2020). Dengan menguasai kemahiran proses matematik, ia membolehkan murid menyelesaikan tugas secara sistematik, mengenal pasti corak dan membuat keputusan berdasarkan bukti.

Di samping itu, pengintegrasian kemahiran proses matematik ke dalam pendidikan STEM akan menyediakan murid sebagai tenaga kerja dalam abad ke-21 ini (Maret et al., 2024). Pada zaman ini, ekonomi di seluruh dunia semakin berkembang sehingga majikan perlu mencari individu yang mampu berfikir secara kritis, menyesuaikan diri dengan perubahan dan menyelesaikan

masalah. Menurut Revani et al. (2021), guru matematik perlu menerapkan penggunaan teknologi seperti *Google Classroom* untuk meningkatkan kemahiran pemikiran kritis dalam pembelajaran STEM. Kemahiran proses matematik seperti analisis data dan penaakulan logik sangat diperlukan dalam pelbagai industri. Dengan mengintegrasikan kemahiran proses matematik dalam kalangan murid sejak kecil, murid akan diberi peluang untuk berjaya dalam pelbagai kerjaya STEM.

7. Kajian Tentang Kemahiran Proses Matematik Sebagai Asas Kepada Pendidikan STEM

Kemahiran proses matematik berperanan penting dalam pendidikan Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik (STEM). Menurut Yahaya dan Lajium (2020), terdapat lima elemen dominan dalam kemahiran berfikir kritis yang penting dalam pembelajaran robotik berasaskan STEM, iaitu menganalisis, menilai dan menyelesaikan masalah. Elemen-elemen ini mampu merangsang pembelajaran yang bermakna, meningkatkan interaksi dan memperkukuh kemahiran berfikir kritis.

Kemahiran penaakulan juga merupakan komponen penting dalam pendidikan STEM. Guru matematik matematik perlu menggunakan teknik penyoalan lisan untuk memupuk penaakulan logik dalam kalangan murid. Pendekatan ini membantu murid meningkatkan pemikiran kritis dan kemahiran berkomunikasi seperti menjelaskan dan memberikan justifikasi tentang sesuatu perkara (Mahmud & Mohd Drus, 2023). Selain itu, Goos et al. (2023) menekankan keperluan untuk mengintegrasikan kemahiran proses matematik secara berkesan dalam disiplin STEM manakala Nicol et al. (2023) menyatakan kepentingan bahawa menggabungkan perspektif Orang Asli dan ekologi dalam pendidikan matematik untuk memastikan kesinambungan dalam kehidupan seharian.

Dalam konteks pendidikan, guru matematik memainkan peranan penting dalam menerapkan kemahiran proses matematik secara mendalam dalam kalangan murid. Gamba dan Deri (2023) menekankan bahawa program *Continuing Professional Development* (CPD) berkesan dalam meningkatkan penerapan kemahiran proses matematik di kalangan guru matematik. Program atau latihan profesional ini amat diperlukan untuk memperkasakan kemahiran guru matematik dalam menyampaikan kemahiran proses matematik secara efektif dalam pendidikan STEM. Mahmud dan Mohd Drus (2023) juga membuktikan bahawa pendekatan *Through Problem Solving* (TPS) dan *Lesson Study* (LS) dapat meningkatkan kemahiran menyelesaikan masalah dalam pendidikan matematik secara berkesan.

Secara keseluruhannya, kemahiran proses matematik merupakan asas yang kukuh untuk pendidikan STEM. Integrasi kemahiran proses matematik dalam pendidikan membantu murid mengembangkan kemahiran berfikir kritis, penaakulan logik, dan penyelesaian masalah, yang semuanya penting untuk kejayaan dalam bidang STEM. Dengan program pembangunan profesional yang berterusan, guru matematik dapat terus meningkatkan keupayaan mereka untuk mengajar kemahiran proses matematik dengan berkesan, memastikan murid memperoleh pendidikan STEM yang berkualiti tinggi dan relevan dengan kehidupan seharian.

8. Cabaran Dalam Menerapkan Kemahiran Proses Matematik Dalam Pendidikan STEM

8.1 Kesediaan guru matematik

Kesediaan guru matematik merupakan aspek yang penting dalam pendidikan STEM yang holistik. Kekurangan guru matematik STEM merupakan salah satu isu hangat yang memberi kesan ketara kepada sistem pendidikan di seluruh dunia. Pada masa kini, terdapat ramai guru matematik STEM yang bukan mengambil bidang pengkhususan dalam bidang berkenaan tetapi diberi tugas untuk mengajar matematik di sekolah. Akibatnya, guru matematik-guru matematik ini didapati tidak mempunyai pengetahuan dalam mengajar kemahiran proses matematik (Lai & Ruhizan, 2022). Hal ini didapati menyebabkan guru matematik gagal mengintegrasikan KPM dalam pendidikan STEM secara berkesan. Bukan itu sahaja, segelintir guru matematik didapati belum bersedia dalam mengintegrasikan kemahiran proses matematik dalam pengajarannya (Muhammad et al., 2021). Jika guru matematik tanpa pengetahuan dan pemahaman tentang kemahiran proses matematik ini, ia akan menyebabkan murid sukar untuk memperkembangkan kemahiran ini dengan sempurna.

Kesediaan guru matematik merupakan cabaran yang pertama dalam pengintegrasian kemahiran proses matematik dalam pendidikan STEM (Alrwaished, 2024). Kebanyakan guru matematik masih kurang didedahkan dengan latihan yang diperlukan untuk mengintegrasikan kemahiran proses matematik dengan berkesan ke dalam pengajaran STEM. Kaedah pengajaran konvensional sering mengutamakan pengetahuan prosedur berbanding dengan pengajaran yang berorientasikan proses. Ini menyebabkan guru matematik tidak berupaya untuk mengintegrasikan pembelajaran berasaskan inkuiri dan aktiviti penyelesaian masalah. Dengan menangani cabaran ini, pihak berkenaan perlu menyediakan program yang komprehensif bagi mengutamakan pembangunan strategi pengajaran yang sejajar dengan kemahiran proses matematik. Ini dapat melengkapkan guru matematik dengan pengetahuan, sumber dan sokongan yang diperlukan untuk mengintegrasikan kemahiran ini secara berkesan ke dalam kurikulum dan pengajaran STEM (Pandiyani Muthatiyar et al., 2021).

8.2 Kurikulum dan Sumber Pendidikan

Kurikulum yang terlalu padat dan tidak fleksibel sering kali menjadi halangan untuk guru matematik mengintegrasikan kemahiran proses matematik dengan efektif (Christina & Rosmiza, 2023). Apabila kurikulum terlalu ketat dan penuh, guru matematik didapati tidak mempunyai masa yang cukup dan tertekan untuk menerapkan kemahiran proses matematik secara mendalam. Kurikulum yang padat juga menyebabkan guru matematik menemui kekangan dalam menjalankan pelbagai aktiviti penyelesaian masalah yang menggalakkan pemikiran kreatif dan kritis dalam bilik darjah.

Sumber pembelajaran yang mencukupi dan berkualiti adalah penting untuk mengintegrasikan kemahiran proses matematik secara berkesan. Namun, banyak sekolah di Malaysia masih kekurangan bahan dan alat yang diperlukan untuk menyokong pembelajaran STEM (Jekri & Han, 2020). Ini termasuk peralatan makmal, bahan eksperimen serta akses kepada internet dan perisian yang relevan. Kekurangan ini menyukarkan guru matematik untuk menyediakan pengalaman pembelajaran yang praktikal dan bermakna bagi murid. Dalam konteks ini, guru matematik terpaksa menggunakan pendekatan pengajaran tradisional di mana kurang menggalakkan pengembangan kemahiran proses matematik dalam kalangan murid. Oleh itu, pihak kerajaan perlu mengambil pelbagai langkah inisiatif untuk menambahbaik dan menyediakan infrastruktur sekolah.

9. Kesimpulan

Kesimpulannya, kemahiran proses matematik memainkan peranan yang penting sebagai asas kepada pendidikan STEM yang holistik. KPM telah mengambil langkah proaktif untuk mengintegrasikan kemahiran proses matematik dalam kurikulum STEM. Pendekatan seperti Pembelajaran Berasaskan Projek (PBL) telah membuktikan keberkesanannya dalam meningkatkan pemahaman konsep STEM dan membangunkan kemahiran kolaboratif dan praktikal. Guru matematik memainkan peranan penting dalam penerapan kemahiran proses matematik dengan merancang dan melaksanakan pengajaran yang berpusatkan murid dan interaktif. Dengan penerapan kemahiran proses matematik, murid akan dapat bersedia untuk mengaplikasikan pengetahuan STEM dalam situasi sebenar, berkemampuan untuk berfikir secara kritis dan menyelesaikan masalah secara efektif. Secara keseluruhannya, pengintegrasian kemahiran proses matematik dalam pendidikan STEM adalah penting untuk menghasilkan graduan yang kompeten dan bersedia menghadapi cabaran masa depan.

Rujukan

- Alrwaished, N. (2024). Mathematics pre-service teachers' preparation program for designing STEM based lesson plan_ enhanced skills and challenges. *Cogent Education* 11(1).
- Bahri, M., Susilo, B.E. & Sutarto, H. (2024). Students' Critical Thinking Abilities Based on Cognitive Style in STEM-Integrated Problem-Based Learning. *Journal of Hunan University Natural Sciences* 51(1).
- Christina, A. & Rosmiza, M.Z. (2023). Pengajaran KBAT Merentas Kurikulum: Cabaran Guru matematik dalam Pelaksanaan. *Jurnal Pemikir Pendidikan* 11(1): 61–72.
- Eshaq, H.A. (2024). The effect of using STEM education on students' mathematics achievement. *Journal of Pedagogical Research* 8(1): 75–82.
- Fajriah, N. & Kamid. (2023). How The Student Responsibility Value Can Affect Mathematical Process Skills In Rural Elementary Schools. *Xinan Jiaotong Daxue Xuebao/Journal of Southwest Jiaotong University* 58(6): 451–469.
- Gamba, M.A. & Deri, R.A. (2023). Mathematics Process Skills of Teachers through Continuing Professional Development (CPD). *International Journal of Science and Research* 112(5) www.ijsr.net.
- Gok, T. (2024). An Investigation of Science and Mathematics Teachers' Thoughts on STEM Education. *MIER Journal of Educational Studies Trends and Practices* 1–20. <https://www.mierjs.in/index.php/mjestp/article/view/2477>.
- Goos, M., Carreira, S. & Namukasa, I.K. (2023). Mathematics and interdisciplinary STEM education: recent developments and future directions. *ZDM - Mathematics Education* 55(7): 1199–1217.
- Hajan, B.H., Anito, J.C., Jackaria, P.M. & Mastul, A.R.H. (2024). Macrostructural Analysis of STEM Students' Research Introductions in the Secondary Education Context: Implications for Pedagogy, Curriculum, and Teacher Professional Development. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research* 23(3): 150–168.
- Jekri, A. & Han, C.G.K. (2020). The Challenges in Implementing Stem Teaching and Learning in Secondary Schools. *International Journal of Education, Psychology and Counseling* 5(34): 80–90.
- Khalid, M., Saad, S., Abdul Hamid, S.R., Ridhuan Abdullah, M., Ibrahim, H. & Shahrill, M. (2020). Enhancing creativity and problem solving skills through creative problem solving in teaching mathematics. *Creativity Studies* 13(2): 270–291.

- Kong, S.F. & Effendi, E.M.M. (2020). Sikap Pelajar Terhadap Implementasi Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) dalam Pembelajaran. *Jurnal Dunia Pendidikan* 2(3): 72–81.
- Lai, S.L. & Ruhizan, M.Y. (2022). Persepsi Guru matematik Luar Bandar Terhadap Penerapan Design Thinking Dalam Pendidikan STEM. *Jurnal Dunia Pendidikan* 4(1): 487–500.
- Mahmud, M.S. & Mohd Drus, N.F. (2023). The use of oral questioning to improve students' reasoning skills in primary school mathematics learning. *Frontiers in Education* 8.
- Amat Yasin, J.P.S.D.M., Masri, A., Adnan, R. & Mohamed, M. (2021). Pembangunan Model Pedagogi STEM Matematik berasaskan nilai dan akhlak di sekolah rendah: Satu analisis keperluan Development of STEM Mathematical Model Based on Values and Morals in Primary Schools: A Needs Analysis 11. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol11.sp.4.2021>.
- Maret, L., Manurung, I., Sukoco, Y.C., Sony, M. & Sinuhaji, C. (2024). Mengapa Perspektif Kurikulum STEAM penting di abad ke-21? *Jurnal Pembelajaran IPA Terpadu: PELITA* 4(1) <https://doi.org/10.54065/pelita.4.1.2024.99>.
- Martín-Cudero, D., Guede-Cid, R., Tolmos, P. & Cid-Cid, A.I. (2024). Development of a Mathematical Experience from a STEM and Sustainable Development Approach for Primary Education Pre-Service Teachers. *Education Sciences* 14(5): 495. <https://www.mdpi.com/2227-7102/14/5/495>.
- Minarti, I.B., Dzakiy, M.A. & Nilautama, D. (2023). The Effect of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Based Learning Approach on Critical Thinking Skills and Cognitive Learning Outcomes of Class X SMA Negeri 1. *At-Tasyrih: jurnal pendidikan dan hukum Islam* 8(2): 126–136.
- Muda, R., Fadzil, H.M., Zabidi, A. & Razak, A. (2023). Perkembangan Pendidikan Stem: Persepsi Semasa Pemimpin Sekolah Sebagai Pemimpin STEM. *Jurnal Kepimpinan Pendidikan* 10(4): 56–75.
- Muhammad Hafizi, M.H. & Kamarudin, N. (2020). Creativity in mathematics: Malaysian perspective. *Universal Journal of Educational Research* 8(3 3C): 77–84.
- Muhammad, S., Pendidikan, I., Kampus, G., Bharu, K., Noorashikim, K., Ibrahim, N. & Kelantan, K.B. (2021). Kesiediaan Guru matematik STEM Melaksanakan Pendidikan STEM di Sekolah Pesisir Pantai. *INSANIAH: Online Journal of Language, Communication and Humanities* 52–70.
- Mumu, J. & Tanujaya, B. (2019). Measure reasoning skill of mathematics students. *International Journal of Higher Education* 8(6): 85–91.
- Nanang & Rahmawati, W.A.T. (2022). Improving Mathematical Problem Solving Ability Through Think Pair Share for Junior High School Students. *Thinking Skills and Creativity Journal* 5(2): 43–51.
- Nicol, C., Thom, J.S., Doolittle, E., Glanfield, F. & Ghostkeeper, E. (2023). Mathematics education for STEM as place. *ZDM - Mathematics Education* 55(7): 1231–1242.
- Pandiyan Muthatiyar, J., Raihamah Ali, S. & Pembangunan Manusia, F. (2021). Evaluation Studies in Social Sciences Kesiediaan Guru matematik Matematik dalam Melaksanakan Pendidikan STEM Readiness of Mathematics Teachers in Implementing STEM Education. *Evaluation Studies in Social Sciences* 23–31. <http://ejournal.upsi.edu.my/index.php/ESSS>. DOI: <https://doi.org/10.37134/esss.vol2.sp.5.2021>.
- Perdana, R., Dwi Citra, Y. & Studi, P. (2022). Process Skills in Mathematics Learning. *Journal of Educational Research and Evaluation* 6(2): 297–306. <https://dx.doi.org/10.23887/jere.v6i2>.
- Pramasdyahsari, A.S., Setyawati, R.D., Aini, S.N., Nusuki, U., Arum, J.P., Astutik, L.D., Widodo, W., Zuliah, N. & Salmah, U. 2023. Fostering students' mathematical critical

- thinking skills on number patterns through digital book STEM PjBL. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 19(7).
- Revani, S., Setiawan, H., Bambang, H., Anggoro, S., Lampung, U., Raden, U. & Lampung, I. (2021). 21st century STEM education: An increase in mathematical critical thinking skills and gender through technological integration Article Info Abstract. *Journal of Advanced Sciences and Mathematics Education* Vol. 1 <https://www.journal.foundae.com/index.php/jasme/index>.
- Shahudin, M.S. & Jamaludin, K.A. (2024). The Implementation of DSKP KSSR (Revision 2017) for Visual Arts Education among Primary School Teachers. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development* 13(1).
- Simpson, E. (2024). An Evaluation of the Equitable Practices for STEM Education to Prepare All Students for the 21st Century. <https://digitalcommons.nl.edu/diss/821>.
- Suripto, S., Fabirah, N.R., Nanna, A.W.I. & Bua, M.T. (2023). Science, Technology, Engineering, And Mathematics (Stem) In Exploring Students' Critical Thinking Skills. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika* 12(1): 319.
- Tal, M., Lavi, R., Reiss, S. & Dori, Y.J. (2024). Gender Perspectives on Role Models: Insights from STEM Students and Professionals. *Journal of Science Education and Technology*.
- Tuong, H.A., Nam, P.S., Hau, N.H., Tien, V.T.B., Lavicza, Z. & Houghton, T. (2023). Utilising Stem-Based Practices To Enhance Mathematics Teaching In Vietnam: Developing Students' Real-World Problem Solving And 21st Century Skills. *Journal of Technology and Science Education* 13(1): 73–91.
- Yahaya, F.S.L. & Lajium, D. (2020). Perkembangan Kemahiran Berfikir Kritis Melalui Pembelajaran STEM Berasaskan Robot (Outside of School Time) di Luar Waktu Sekolah di Sekolah Menengah Daerah Tuaran, Sabah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)* 5(7): 32–50.
- Yao, N., Dayana, N. & Halim, A. (2024). Sains Humanika Research on STEM teacher education strategies for primary school in China <https://doi.org/10.11113/sh.v16n2.2134>.