

Tahap Kompetensi Guru dalam Pengajaran STEM di Sekolah Rendah Jenis Kebangsaan Cina

(Competency of Teacher in STEM Teaching at Chinese National Primary Schools)

Lim Sheng Jia^{1*}, Khairul Azhar Jamaludin¹

¹ Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Malaysia

* Pengarang Koresponden: p130311@siswa.ukm.edu.my

Received: 1 February 2025 | Accepted: 17 April 2025 | Published: 30 April 2025

DOI: <https://doi.org/10.55057/ijares.2025.7.2.43>

Abstrak: Pendidikan STEM di Malaysia telah diterapkan melalui Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2010-2025 untuk mempersiapkan murid menghadapi cabaran abad ke-21 dan mendukung agenda Revolusi Industri 4.0. Namun, laporan PISA menunjukkan penurunan prestasi mencerminkan cabaran dalam pengajaran STEM akibat kekurangan kompetensi guru dalam pengajaran STEM. Kekurangan kajian yang menyeluruh mengenai tahap kompetensi guru dalam melaksanakan pengajaran STEM dijalankan. Kajian tinjauan ini bertujuan untuk menilai tahap kompetensi guru dalam aspek pengetahuan, kemahiran, dan sikap dalam pengajaran STEM di 12 buah Sekolah Rendah Jenis Kebangsaan Cina di daerah Pasir Gudang, Johor. Terdapat 250 orang guru dipilih menggunakan persampelan rawak mudah untuk menjawab soal selidik melalui cara pengedaran soal selidik kepada responden. Hasil kajian menunjukkan tahap pengetahuan dan kemahiran adalah sederhana tinggi manakala tahap sikap sederhana rendah. Hubungan antara pengetahuan, kemahiran dan sikap guru dalam pengajaran STEM adalah signifikan. Kajian ini dapat menekankan kepentingan meningkatkan kompetensi guru dalam pengajaran STEM untuk melaksanakan pengajaran STEM yang berkualiti.

Kata Kunci: Tahap Kompetensi, Pengajaran STEM, Sekolah Rendah, Pengetahuan Guru, Kemahiran Pengajaran, Sikap Guru

Abstract: STEM education in Malaysia has been integrated through the Malaysia Education Development Plan (PPPM) 2010-2025 to prepare students to face the challenges of the 21st century and support the agenda of Industry Revolution 4.0. However, the PISA report shows a decline in performance, reflecting challenges in STEM teaching due to the lack of teacher competencies in STEM education. There is a lack of comprehensive studies on the level of teacher competency in implementing STEM education. This survey study aims to assess the level of teacher competency in terms of knowledge, skills, and attitudes in STEM teaching at 12 Chinese National-Type Primary Schools in Pasir Gudang District, Johor. A total of 250 teachers were selected using simple random sampling to respond to a questionnaire distributed to the respondents. The findings of the study indicate that the level of knowledge and skills is moderately high, while the attitude level is moderately low. The relationship between teachers' knowledge, skills, and attitudes in STEM teaching is significant. This study emphasizes the importance of enhancing teacher competency in STEM education to implement high-quality STEM teaching.

Keywords: Level of Competency, STEM Education, Primary Schools, Teacher Knowledge, Teaching Skills, Teacher Attitudes

1. Pendahuluan

Pendidikan STEM telah diterapkan melalui Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2010-2025 sebagai usaha untuk menyediakan murid menghadapi cabaran abad ke-21 dan menyokong agenda Revolusi Industri 4.0 (Halim, Nam & Shahali, 2021). Kompetensi guru adalah faktor penting dalam keberkesanan pengajaran STEM. Kajian oleh Margot & Kettler (2019) dan Shernoff et al. (2017) menegaskan bahawa guru dengan pengetahuan dan kemahiran yang mendalam dapat meningkatkan pemikiran kritis, kreativiti, dan motivasi murid melalui aktiviti berasaskan dunia sebenar. Sekolah Jenis Kebangsaan Cina di Malaysia, yang terkenal dengan disiplin akademik tinggi, menghadapi jurang dalam penerapan STEM akibat cabaran seperti kurangnya kolaborasi profesional dan sumber latihan yang mencukupi (Siti, Anuar & Muna, 2024).

Pengajaran STEM dapat menyediakan asas pengetahuan yang kukuh kepada murid-murid dalam bidang sains dan matematik. Oleh itu, pengajaran STEM memerlukan kompetensi guru yang mahir dalam pengajaran dan dapat mengaplikasikan kemahiran pedagogi yang sesuai terhadap pengajaran STEM. Terdapat kekurangan kajian yang mengkaji tahap kompetensi guru dalam pengajaran STEM di sekolah-sekolah. Sekolah jenis Kebangsaan Cina dapat memiliki prestasi akademik yang tinggi kerana disiplin sekolah dalam usaha untuk meningkatkan keperibadian murid-murid dalam belajar (Siti, Anuar dan Muna 2024). Dengan ini, kajian ini dapat mengisi kekosongan untuk mengenal pasti tahap kompetensi dalam pengajaran STEM. Kajian Tan dan Ng (2020) menunjukkan bahawa peningkatan tahap kompetensi guru dalam pengajaran STEM dapat meningkatkan pemahaman murid-murid dan meningkatkan pencapaian mereka dalam penilaian.

Guru memerlukan sokongan berterusan dalam bentuk latihan profesional dan kolaborasi antara guru (Rahman et al., 2020; Nurwidodo et al. 2018). Sebagai penambahbaikan, KPM telah menjalankan pelbagai inisiatif untuk membantu murid dalam peningkatan pencapaian pentaksiran dalam peringkat antarabangsa dengan meningkatkan kualiti kurikulum (Arifin 2024). Kajian Akran & Sevim (2018) menyatakan bahawa terdapat guru sekolah rendah mempunyai persepsi positif dan negatif terhadap pengajaran STEM. Tahap pengetahuan sesetengah pendidik adalah berada pada tahap rendah semasa mengaplikasikan pengajaran STEM dengan berkesan (Fatahiyah dan Siti 2020). Pengetahuan dan kemahiran yang mendalam dalam penguasaan konsep STEM dapat meningkatkan keberkesanan dalam pengajaran (Shernoff et.al 2017; Margot & Kettler 2019).

Kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti tahap kompetensi guru dari aspek pengetahuan, kemahiran dan sikap dalam melaksanakan pengajaran STEM serta mengkaji hubungan antara kompetensi guru dari aspek pengetahuan, kemahiran dan sikap dalam melaksanakan pengajaran STEM.

2. Tinjauan Literatur

Tahap Kompetensi Guru

Tahap kompetensi guru dalam pengajaran STEM memberikan pemahaman yang mendalam mengenai peranan kritikal yang dimainkan oleh guru dalam proses pengajaran di bidang ini. Kajian yang dijalankan oleh Shamsudin et al. (2021) menunjukkan bahawa kebanyakan guru di Malaysia memahami asas pengetahuan STEM, namun terdapat kekurangan dalam pengetahuan mendalam dan terkini mengenai aplikasi dunia sebenar yang berkaitan dengan STEM. Elemen STEM untuk melaksanakan pengajaran STEM memerlukan pengetahuan dan kemahiran pedagogi, sikap terbuka serta penilaian profesional guru (Ahmad & Lilia 2023). Pengetahuan pedagogi dan kandungan guru dalam pengajaran dapat mempengaruhi kualiti pengajaran (Ambotang & Anuar 2023). Tahap pengetahuan yang tinggi membantu guru untuk memberikan penjelasan yang lebih jelas, relevan, dan menarik kepada pelajar, serta menghubungkan teori dengan amalan sebenar dalam dunia industri dan teknologi yang terus berkembang.

Menurut Hwang et al. (2019), pengajaran STEM memerlukan guru untuk menguasai teknik pengajaran yang tidak hanya berfokus kepada teori, tetapi juga kepada pendekatan praktikal. Kajian oleh Azman et al. (2020) pula menekankan kepentingan latihan dan sokongan berterusan bagi guru untuk mengasah kemahiran pedagogi ini. Dengan kemahiran yang tinggi dalam pedagogi STEM, guru lebih mudah mengintegrasikan kemahiran teknikal dan kemahiran berfikir kritis dalam aktiviti pembelajaran mereka.

Selain itu. Kajian oleh Tan et al. (2019) menyatakan bahawa guru yang mempunyai sikap terbuka terhadap STEM lebih cenderung untuk melibatkan diri dalam latihan profesional dan memperbaiki kemahiran mereka dalam pengajaran STEM. Sebaliknya, sikap negatif atau kekurangan keyakinan terhadap subjek ini boleh menghalang guru daripada berusaha memperbaiki diri dalam bidang ini. Oleh itu, sikap guru terhadap STEM perlu diberikan perhatian khusus melalui pembangunan profesional yang sesuai dan memberi galakan untuk terus berinovasi dalam pengajaran mereka.

Pengajaran STEM

Pembelajaran STEM menyokong pendidikan yang mengutamakan perspektif murid dan kemanusiaan (Cook-Sather, Salmeron dan Smith 2023). Pembelajaran STEM merupakan subjek yang mengutamakan pemikiran kritis melalui aktiviti penyelesaian masalah. Murid-murid perlu menganalisis masalah dengan mendalam untuk mencari penyelesaian masalah yang praktikal dan inovatif. Proses penyelesaian masalah dapat mendorong murid-murid berfikir dengan kritis dan sistematik dalam menyelesaikan masalah.

Pengajaran STEM dapat memupuk pemikiran kritis melalui pelaksanaan kemahiran serta tugas sendiri (Hutsalo et al 2024). Kemahiran menyelesaikan masalah berkaitan rapat dengan kemahiran berfikir kritis (Hermans et.al 2024). Murid-murid dapat membina pengetahuan melalui penyelesaian masalah yang rumit berdasarkan pelbagai pengetahuan yang telah dipelajari dalam mata pelajaran (Hutsalo L et.al 2024).

Subjek Sains dan Matematik merupakan elemen asas kepada pengajaran STEM dalam membentuk pemahaman teknologi dan kejuruteraan (Azman et.al 2020). Kedua-dua subjek ini dapat menyediakan kemahiran menyelesaikan masalah teknikal dan kejuruteraan dalam kehidupan harian (Hutsalo et al 2024). Sains dan Matematik dapat meningkatkan pemahaman murid dengan melibatkan secara aktif dalam inovasi dan reka bentuk (Zhao et.al 2021).

3. Metodologi Kajian

Kajian ini telah memilih kajian kuantitatif yang berbentuk tinjauan dengan menggunakan soal selidik yang diedarkan kepada guru-guru sekolah rendah semasa mengumpul data daripada populasi. Berdasarkan jadual Krejcie & Morgan (1970), 250 orang guru Sains dan Matematik daripada jumlah 603 orang guru di 12 buah Sekolah Jenis Kebangsaan Cina telah terpilih secara rawak mudah di daerah Pasir Gudang, Johor. Soal selidik yang berbentuk google form telah digunakan dalam kajian ini untuk mengkaji tahap kompetensi dalam pengajaran STEM.

Instrumen soal selidik telah mendapat pengesahan dari dua pakar dalam bidang pengajaran STEM untuk menguji kesesuaian item dalam soal selidik. Ujian rintis dijalankan kepada 30 orang guru di luar daerah Pasir Gudang. Nilai Cronbach Alpha yang dapat menentukan kebolehpercayaan untuk instrumen dalam kajian ialah nilai melebihi 0.6 (Nunnally & Buernstein 1994). Berdasarkan dapatan kajian, nilai Cronbach Alpha tahap pengetahuan guru ialah 0.75, tahap kemahiran guru ialah 0.81 dan sikap guru dalam pengajaran STEM ialah 0.71. Nilai purata Cronbach Alpha ialah 0.76. Dengan ini, soalan soal selidik merupakan kesahan yang tinggi.

Instrumen kajian telah menggunakan soal selidik yang telah diadaptasi dari kajian kajian Azri, Crispina dan Pang (2021), dan Dokumen (STEM) Kementerian Pendidikan Malaysia (2023). Soal selidik ini mengandungi empat bahagian iaitu demografi responden, tahap pengetahuan terhadap STEM, tahap kemahiran terhadap STEM dan tahap sikap terhadap STEM. Bahagian A mempunyai 4 item iaitu jantina, pengalaman mengajar, pengkhususan, subjek yang diajar dan pengalaman mengajar sains dan matematik; bahagian B mempunyai 9 item untuk mengkaji tahap pengetahuan responden dalam bidang STEM; Bahagian C mempunyai 17 item untuk menguji tahap kemahiran responden dalam bidang STEM manakala bahagian D mempunyai 12 item dalam menguji tahap sikap responden dalam pengajaran STEM. Soal selidik menggunakan skala Likert Lima Mata dengan lima skala (5=Sangat Setuju, 4=Setuju, 3=Kurang Setuju, 2=Tidak Setuju, 1=Sangat Tidak Setuju).

Jadual 1: Jadual Interpretasi Skor Min

Skor Min	Interpretasi Skor Min
1.00-2.00	Rendah
2.01-3.00	Sederhana Rendah
3.01-4.00	Sederhana Tinggi
4.01-5.00	Tinggi

Sumber: Nunnally & Bernstein, 1994

Data-data dianalisis secara deskriptif dan inferens dengan menggunakan perisian Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versi 27.0. Analisis data secara deskriptif dijalankan dengan menggunakan min, sisihan piawai dan peratusan untuk membantu penyelidik mengkaji sampel kajian dengan kemudian dapat mengenal pasti pola yang terdapat dalam data-data. Data-data yang dikumpulkan ditunjukkan dalam bentuk jadual. Analisis secara inferens dijalankan untuk meneliti hubungan pengetahuan, kemahiran dan sikap guru terhadap pengajaran STEM di sekolah rendah. Hubungan kompetensi guru dengan pengajaran STEM diukur menggunakan analisis korelasi.

4. Dapatan Kajian

Jadual 2 merupakan gambaran keseluruhan latar belakang demografi dan pengalaman mengajar responden di sekolah rendah. Antara 250 orang responden yang telah memberi maklum balas terhadap soal selidik dalam kajian ini, 82.4% responden ialah guru perempuan manakala 17.6% ialah guru lelaki. Peratusan yang tinggi menunjukkan wanita menjadi dominasi dalam bidang pendidikan sekolah rendah. Guru yang berpengalaman 11 hingga 15 tahun mendapat peratusan yang paling tinggi iaitu 34.8% dan hanya 3.2% orang guru mempunyai pengalaman melebihi 20 tahun ke atas. 40.0% orang guru Matematik dan 40.4% orang guru Sains namun terdapat 40.8% orang guru tidak mempunyai pengkhususan yang spesifik dalam pengajaran STEM.

Jadual 2: Maklumat latar belakang responden

Demografi		Frekuensi n=250	Peratus %
Jantina	Lelaki	44	17.6
	Perempuan	206	82.4
Pengalaman Mengajar	1-5 Tahun	39	15.6
	6-10 Tahun	77	30.8
	11-15 Tahun	87	34.8
	16-20 Tahun	39	15.6
	20 Tahun dan ke atas	8	3.2
Pengkhususan	Sains	71	28.4
	Matematik	77	30.8
	Lain-Lain	102	40.8
Subjek yang diajar	Sains	101	40.4
	Matematik	100	40.0
	Sains dan Matematik	49	19.6

Mengenal pasti tahap kompetensi guru dari aspek pengetahuan dalam melaksanakan pengajaran STEM

Tahap kompetensi dari aspek pengetahuan dalam kalangan responden telah dianalisis berdasarkan pemahaman mereka terhadap elemen-elemen utama dalam pengajaran STEM, termasuk struktur kurikulum, kaedah pengajaran, dan aplikasi dunia sebenar. Berdasarkan Jadual 2 bahawa tahap pengetahuan dan pemahaman terhadap elemen-elemen pengajaran STEM adalah pada tahap sederhana tinggi dengan purata min sebanyak 3.69 manakala sisihan piawai sebanyak 0.45. Berdasarkan Jadual 2, B5, B7 dan B8 mendapat peratus persetujuan melebihi 70%. B5 mendapat peratusan persetujuan yang paling tinggi dengan 73.6% (S=51.2%, SS=22.4%). Kebanyakan responden memiliki tahap pengetahuan yang tinggi mengenai kandungan pengetahuan dan isu yang berkaitan dengan dunia sebenar dalam konteks STEM. Jadual 2 telah menunjukkan B6 mendapat peratus persetujuan yang paling rendah dengan 49.2% (S=37.6%, SS=11.6%). Kebanyakan responden kekurangan yakin dan keupayaan untuk mengaplikasikan elemen-elemen STEM dalam dunia sebenar. B1, B2, B3, B4 dan B9 mendapat peratusan persetujuan yang melebihi 50%. Separuh daripada responden berada pada tahap keyakinan yang positif dalam aspek pengetahuan. B8 mendapat min tertinggi ($\mu=4.04$) menunjukkan asas pengetahuan guru adalah tinggi dalam bidang STEM manakala B9 mendapat min yang terendah ($\mu=3.42$). Kebanyakan guru kurang pendedahan terhadap perkembangan STEM semasa.

Jadual 3: Tahap kompetensi guru dari aspek pengetahuan dalam pengajaran STEM

Item	Pernyataan	Kekerapan dan Peratusan (%)					M	SP	Tahap
		SS	TS	KS	S	SS			
B1	Saya mengetahui struktur kurikulum elemen STEM	0 (0.0)	18 (7.2)	104 (41.6)	96 (38.4)	32 (12.8)	3.57	0.80	ST
B2	Saya tahu menggunakan pelbagai kaedah PdP STEM	0 (0.0)	19 (7.6)	99 (39.6)	99 (39.6)	33 (13.2)	3.58	0.81	ST
B3	Saya mengetahui kandungan Pengetahuan Pedagogi	1 (0.4)	22 (9.8)	77 (30.8)	105 (42.0)	44 (17.6)	3.68	0.88	ST
B4	Saya mengetahui perancangan aktiviti kurikulum yang menggabungkan kemahiran STEM	3 (1.2)	19 (7.6)	100 (40.0)	96 (38.4)	32 (12.8)	3.54	0.86	ST
B5	Saya tahu tentang kandungan pengetahuan, konteks dan masalah yang dihadapi dalam dunia sebenar	0 (0.0)	10 (4.0)	56 (22.4)	128 (51.2)	56 (22.4)	3.92	0.78	ST
B6	Saya tahu mengaplikasikan konteks dunia sebenar dalam PdP STEM	1(0.4)	21 (8.4)	105 (42.0)	94 (37.6)	29 (11.6)	3.52	0.82	ST
B7	Saya dapat mengintegrasikan teknologi dalam aktiviti pengajaran Sains dan Matematik	0 (0.0)	18 (7.2)	56 (22.4)	106 (42.4)	70 (28.0)	3.91	0.89	ST
B8	Saya berpengetahuan luas dalam subjek Sains, Matematik, Teknologi dan Kejuruteraan	0 (0.0)	7 (2.8)	60 (24.0)	99 (39.6)	84 (33.6)	4.04	0.83	T
B9	Saya mengetahui perkembangan semasa dalam bidang STEM	3 (1.2)	55 (22.0)	61 (24.4)	96 (38.4)	35 (14.5)	3.42	1.02	ST

Purata Min=3.69; Sisihan piawai= 0.45; Tahap=Sederhana tinggi

Mengenal pasti tahap kompetensi guru dari aspek dalam melaksanakan pengajaran STEM.

Jadual 3 telah menggambarkan tahap kompetensi guru dari aspek kemahiran berada pada tahap sederhana tinggi dengan min 3.76 dan sisihan piawai sebanyak 0.4. Persepsi positif terhadap keupayaan responden dalam pelaksanaan pengajaran STEM. Variasi yang rendah pada tahap kemahiran responden dalam pelaksanaan pengajaran STEM. C6, C8, C11, C14 telah mendapat peratusan yang melebihi peratusan 70%. Melebihi 70% peratus daripada responden memiliki kemahiran yang tinggi dalam penyediaan aktiviti bermakna, memberikan bimbingan dan menjelaskan konsep kepada murid-murid. Item C6 telah mendapat peratusan yang tertinggi dengan 76.4% (S=54.5%, SS=22.0%) telah mencerminkan keupayaan responden yang positif untuk merancang aktiviti projek dalam pengajaran STEM. C1 mendapat peratusan paling rendah dengan 48.8% (S=30.8%, SS=18.0%). Hampir separuh responden tidak yakin dan kurang kompetensi dalam penyampaian pengajaran STEM dengan efektif. C14 mendapat min tertinggi ($\mu=4.06$) menunjukkan guru lebih yakin dan berkeupayaan guru dalam menyampaikan konsep mata pelajaran yang diajar. STEM manakala C1 mendapat min yang terendah ($\mu=3.52$) mencerminkan terdapat cabaran dalam mengintegrasikan elemen STEM dalam proses pengajaran. Kebanyakan min item menunjukkan tahap pada sederhana tinggi menunjukkan bahawa kemahiran guru adalah pada tahap baik tetapi memerlukan peningkatan tertentu.

Jadual 4: Tahap kompetensi guru dari aspek kemahiran dalam pengajaran STEM

Item	Pernyataan	Kekerapan dan Peratusan (%)					M	SP	Tahap
		STS	TS	KS	S	SS			
C1	Saya dapat menyampaikan kandungan PdP STEM	3 (1.2)	31 (12.4)	94 (37.6)	77 (30.8)	45 (18.0)	3.52	0.97	ST
C2	Saya dapat menerapkan nilai-nilai murni STEM dalam PdP	1 (0.4)	30 (12.0)	82 (32.8)	95 (38.0)	42 (16.8)	3.59	0.92	ST
C3	Saya mahir menyediakan aktiviti kumpulan kepada murid	4 (1.6)	22 (8.8)	79 (31.6)	93 (37.2)	52 (20.8)	3.67	0.96	ST
C4	Saya mahir merancang aktiviti berasaskan masalah	4 (1.6)	29 (11.6)	70 (28.0)	101 (40.4)	46 (18.4)	3.62	0.97	ST
C5	Saya mahir merancang aktiviti berasaskan inkuiri	0 (0.0)	23 (9.2)	61 (24.4)	107 (42.8)	59 (23.6)	3.81	0.90	ST
C6	Saya boleh merancang aktiviti berasaskan projek	0 (0.0)	15 (6.0)	44 (17.6)	136 (54.4)	55 (22.0)	3.92	0.80	ST
C7	Saya boleh menyediakan soalan berbentuk KBAT	3 (1.2)	42 (16.8)	47 (18.8)	102 (40.8)	55 (22.0)	3.73	1.56	ST
C8	Saya boleh menyediakan tugas individu kepada murid.	3 (1.2)	15 (6.0)	57 (22.8)	118 (47.2)	57 (22.8)	3.84	0.88	ST
C9	Saya menerapkan kandungan elemen pendidikan STEM mengikut tahap pencapaian murid.	0 (0.0)	10 (4.0)	104 (41.6)	83 (33.2)	53 (21.2)	3.72	0.84	ST

C10	Saya menjalankan aktiviti PdP berpusatkan murid	0(0.0)	15 (6.0)	75 (30.0)	116 (46.4)	44 (17.6)	3.76	0.81	ST
C11	Saya memberi bimbingan kepada murid semasa merancang tugas	0 (0.0)	20 (8.0)	54 (21.6)	112 (44.8)	64 (25.6)	3.88	0.88	ST
C12	Saya memberi bimbingan kepada murid dalam penyelesaian masalah	0 (0.0)	24 (9.6)	74 (29.6)	89 (35.6)	63 (25.2)	3.76	0.94	ST
C13	Saya memberi bimbingan kepada murid untuk menganalisis dan berhujah berkaitan STEM	0 (0.0)	15 (6.0)	73 (29.2)	102 (40.8)	60 (24.0)	3.83	0.86	ST
C14	Saya dapat menjelaskan konsep dalam mata pelajaran yang diajar kepada murid	0 (0.0)	7 (2.58)	53 (21.2)	108 (43.2)	82 (32.8)	4.06	0.81	T
C15	Saya menyediakan kaedah PdP berdasarkan buku panduan Pendidikan STEM	0 (0.0)	28 (11.2)	71 (28.4)	106 (42.4)	45 (18.0)	3.67	0.90	ST
C16	Saya melaksanakan strategi pengajaran STEM	0 (0.0)	24 (9.6)	62 (24.8)	111 (44.4)	53 (21.2)	3.77	0.89	ST
C17	Saya dapat membuat refleksi strategi pengajaran STEM	5 (2.0)	8 (3.2)	81 (32.4)	110 (44.0)	46 (18.4)	3.74	0.87	ST

Purata Min=3.76; Sisihan piawai= 0.40; Tahap=Sederhana tinggi

Mengenal pasti tahap kompetensi guru dari sikap dalam melaksanakan pengajaran STEM.

Keseluruhan analisis telah menunjukkan tahap kompetensi dari aspek sikap berada pada tahap sederhana rendah dengan purata min ialah 2.95 dan sisihan piawai ialah 0.93. Sembilan item yang menunjukkan peratusan rendah telah mencerminkan sikap responden yang rendah dalam melaksanakan pengajaran STEM. Item D1 hingga D5 menunjukkan kesedaran responden terhadap kepentingan pengajaran STEM. Guru-guru tidak berkeyakinan untuk meningkatkan kemahiran murid-murid melalui pengajaran STEM. Item D6, D7, D11 dan D12 menunjukkan latihan dan sokongan profesional. Guru kurang berkeyakinan dalam menerima latihan pengajaran STEM dan kurang berbincang dengan pakar. D8, D9 dan D10 mendapat peratusan yang melebihi 30% telah menunjukkan pencapaian sikap yang lebih positif. Item D8 (S=26%, SS=5.6%) di mana 'saya menyediakan kemudahan dan peralatan yang mencukupi untuk pengajaran STEM' menunjukkan tahap kesediaan pada sederhana untuk menyediakan kemudahan semasa melaksanakan pengajaran STEM. Item D9 (S=23.2%, SS=8%) mencerminkan guru-guru berusaha untuk memotivasikan murid dalam pengajaran STEM. Item D10 (S=19.2%, SS= 9.6%) menunjukkan tahap kepuasan terhadap kaedah penilaian dalam tahap agak sederhana dari segi kualiti dan kesesuaian kaedah. Item D1 (S=14.4%, SS=6.0%) menunjukkan bahawa wujud keperluan untuk peningkatan kesedaran dan memberikan sokongan dalam kalangan guru mengenai kepentingan STEM. Guru mungkin tidak yakin bahawa pengajaran STEM akan memberi impak yang positif kepada prestasi akademik atau

perkembangan kemahiran murid. Min item D1, D2, D3, D4, D5, D6 dan D7 mendapat tahap sederhana rendah dengan min yang kurang daripada 3.0. D10 mendapat min tertinggi ($\mu=3.11$) menunjukkan keyakinan guru terhadap keberkesanan penilaian mereka dalam pengajaran STEM manakala D1 mendapat min yang terendah ($\mu=2.77$) mencerminkan guru kurang kesedaran dalam pembangunan kemahiran murid dalam pengajaran.

Jadual 5: Tahap kompetensi guru dari aspek sikap dalam pengajaran STEM

Item	Pernyataan	STS	TS	KS	S	SS	M	SP	Tahap
		Bil	Bil	Bil	Bil	Bil			
D1	Saya bersetuju pengajaran STEM amat penting kepada murid	19 (7.6)	85 (34.0)	95 (38.0)	36 (14.4)	15 (6.0)	2.77	0.99	SR
D2	Saya bersetuju bahawa pengajaran STEM dapat meningkatkan kemahiran kritis dan kreatif murid	14 (5.6)	81 (32.4)	86 (34.4)	52 (20.8)	17 (6.8)	2.91	1.01	SR
D3	Saya bersetuju pengajaran STEM dapat melibatkan keaktifan murid-murid di dalam kelas	13 (5.2)	67 (26.8)	106 (42.4)	53 (21.2)	11 (4.4)	2.93	0.93	SR
D4	Saya bersetuju bahawa pengajaran STEM dapat membantu murid memahami pengetahuan baharu dengan lebih baik	18 (7.8)	87 (34.8)	92 (36.8)	43 (17.2)	10 (4.0)	2.76	0.96	SR
D5	Saya yakin pengajaran STEM dapat meningkatkan kualiti pengajaran	19 (7.6)	64 (25.6)	104 (41.6)	46 (18.4)	17 (6.8)	2.91	1.01	SR
D6	Saya menerima latihan dan kursus yang mencukupi dan berkesan	15 (6.0)	78 (31.2)	103 (41.2)	41 (16.4)	13 (5.2)	2.84	0.95	SR
D7	Saya yakin dengan kaedah pengajaran STEM yang saya gunakan	7 (2.8)	63 (25.2)	121 (48.4)	42 (16.8)	17 (6.8)	3.00	0.90	SR
D8	Saya menyediakan kemudahan dan peralatan yang mencukupi untuk pengajaran STEM	4 (1.6)	71 (28.4)	96 (38.4)	65 (26.0)	14 (5.6)	3.06	0.91	ST
D9	Saya berusaha memotivasikan murid dalam subjek STEM melalui pelbagai aktiviti	14 (5.6)	59 (23.6)	99 (39.6)	58 (23.2)	20 (8.0)	3.04	1.01	ST
D10	Saya berpuas hati dengan kaedah penilaian pencapaian murid dalam pengajaran STEM	3 (1.2)	62 (24.8)	113 (45.2)	48 (19.2)	24 (9.6)	3.11	0.93	ST
D11	Saya berbincang dengan guru pakar tentang pelaksanaan pengajaran STEM.	5 (2.0)	77 (30.8)	98 (39.2)	48 (19.2)	22 (8.8)	3.02	0.97	ST
D12	Saya bersedia menyertai kursus dan bengkel STEM	16 (6.4)	53 (21.2)	96 (38.4)	64 (25.6)	21 (8.4)	3.08	1.03	ST

Purata Min=2.95; Sisihan piawai= 0.39; Tahap=Sederhana rendah

Mengkaji hubungan antara kompetensi guru dari aspek pengetahuan dengan kemahiran dalam melaksanakan pengajaran STEM

Ujian Kolerasi Pearson digunakan untuk menentukan hubungan antara tahap pengetahuan dan tahap kemahiran dalam melaksanakan pengajaran STEM.

Ho1: Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara pengetahuan guru dengan kemahiran guru dalam pengajaran STEM

Nilai pekali korelasi $r = 0.517$ menunjukkan terdapat hubungan positif sederhana antara pengetahuan guru Sains dan Matematik dengan kemahiran guru dalam pengajaran STEM. Dengan nilai signifikan $\text{Sig} = 0.001$, ia menunjukkan bahawa hubungan ini adalah signifikan pada aras keertian 0.05. Oleh itu, hipotesis nol (Ho1) dapat ditolak kerana terdapat bukti statistik yang menunjukkan hubungan antara pengetahuan dan kemahiran guru dalam pengajaran STEM

Jadual 6: Ujian Korelasi Pearson antara kompetensi guru dari aspek pengetahuan dengan kemahiran dalam melaksanakan pengajaran STEM

Pemboleh ubah	Nilai Pekali Korelasi
Pengetahuan guru Sains dan Matematik	$r=0.517^{**}$
Kemahiran guru Sains dan Matematik	$\text{Sig}=0.001$
	$n=250$

Mengkaji hubungan antara kompetensi guru dari aspek pengetahuan dengan sikap dalam melaksanakan pengajaran STEM

Hubungan antara tahap pengetahuan dan sikap dijalankan dengan menggunakan ujian Korelasi Pearson.

Ho2: Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara sikap guru dengan kemahiran guru dalam pengajaran STEM

Nilai pekali korelasi $r = 0.346$ menunjukkan terdapat hubungan positif sederhana rendah antara sikap guru Sains dan Matematik dengan kemahiran mereka dalam pengajaran STEM. Dengan nilai signifikan $\text{Sig} = 0.001$, hubungan ini adalah signifikan pada aras keertian 0.05. Oleh itu, hipotesis nol (Ho2) dapat ditolak, menunjukkan bahawa terdapat bukti statistik yang menyokong kewujudan hubungan antara sikap dan kemahiran guru dalam pengajaran STEM.

Jadual 7: Ujian Korelasi Pearson antara kompetensi guru dari aspek pengetahuan dengan sikap dalam melaksanakan pengajaran STEM

Pemboleh ubah	Nilai Pekali Korelasi
Pengetahuan guru Sains dan Matematik	$r=0.405^{**}$
Sikap guru Sains dan Matematik	$\text{Sig}=0.001$
	$n=250$

Mengkaji hubungan antara kompetensi guru dari aspek kemahiran dengan sikap guru dalam melaksanakan pengajaran STEM.

Hubungan antara tahap kemahiran dan sikap dijalankan dengan menggunakan ujian Korelasi Pearson.

Ho3: Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara sikap guru dengan pengetahuan guru dalam pengajaran STEM

Nilai pekali korelasi $r = 0.346$ menunjukkan terdapat hubungan positif sederhana rendah antara sikap guru Sains dan Matematik dengan pengetahuan mereka dalam pengajaran STEM. Dengan nilai signifikan $\text{Sig} = 0.001$, hubungan ini adalah signifikan pada aras keertian 0.05. Oleh itu, hipotesis nol (Ho3) dapat ditolak, menunjukkan bahawa terdapat hubungan signifikan antara sikap dan pengetahuan guru dalam pengajaran STEM.

Jadual 8: Ujian Korelasi Pearson antara kompetensi guru dari aspek kemahiran dengan sikap guru dalam melaksanakan pengajaran STEM

Pemboleh ubah	Nilai Pekali Korelasi
Sikap guru Sains dan Matematik	$r=0.346^{**}$
Kemahiran guru Sains dan Matematik	Sig=0.001
	n=250

5. Perbincangan

Tahap pengetahuan guru dalam melaksanakan pengajaran STEM berada pada tahap sederhana tinggi. Walaupun ramai guru menunjukkan kompetensi dalam memahami kurikulum dan kaedah pengajaran STEM, terdapat jurang pengetahuan dalam aplikasi dunia sebenar dan pengintegrasian pengetahuan interdisiplinari. Hasil kajian sama dengan kajian Huang et al (2022) bahawa terdapat guru yang kurang memahami konsep pengajaran STEM dan hanya sebahagian guru dapat mengaplikasikan pengetahuan dalam pengajaran STEM untuk menyelesaikan masalah praktikal. Guru-guru STEM di sekolah-sekolah menengah Malaysia mempunyai tahap pengetahuan yang sederhana tinggi dalam pengajaran STEM (Ismail et. Al 2022). Hasil kajian tidak seiring dengan kajian lepas (Halim et. Al 2020; Shermoff et.al 2017; Margot & Kettler 2019; Rahman et.al 2020). Terdapat guru-guru STEM di sekolah-sekolah mempunyai tahap pengetahuan yang sederhana tinggi dalam STEM, terutamanya dalam aspek sains dan matematik (Ismail et. Al 2022). Tahap pengetahuan sederhana tinggi memiliki pemahaman yang baik mengenai konsep asas STEM namun tidak mendalam untuk menghubungkan konsep-konsep dengan berkesan.

Tahap kemahiran guru dalam melaksanakan pengajaran STEM menunjukkan prestasi yang baik, terutama dalam aspek merancang dan melaksanakan strategi pengajaran STEM. Hasil kajian seiring dengan kajian Allen & Toth-Cohen (2019) bahawa pendidik berasa bersemangat dan bertanggungjawab dalam melaksanakan pengajaran STEM dengan wujudnya kemahiran yang tinggi. Tahap kemahiran pengajaran STEM sederhana tinggi mungkin kekurangan fleksibiliti dalam pengajaran dan kurang menyampaikan pengajaran dengan baik. Hasil kajian tidak selaras dengan kajian lepas yang melaporkan tahap kemahiran yang tinggi (Chong & Tee 2021; Margot & Kettler 2019). Guru dengan kemahiran tinggi mampu menyampaikan pengajaran dengan lebih menyeluruh dengan lebih yakin.

Sikap guru terhadap pelaksanaan STEM berada pada tahap sederhana rendah. Hasil kajian seiring dengan kajian Ismail et.al (2022) dan Mohamad et.al (2021) bahawa kekurangan sokongan dan sumber dapat mempengaruhi sikap guru dalam melaksanakan pengajaran STEM. Guru-guru kurang keyakinan dalam pengajaran SEM dan tidak proaktif sehingga lebih bergantung kepada pengajaran sedia ada. Hasil kajian tidak serupa dengan kajian Ahmad & Lilia (2023) dan kajian Fatahiyah & Siti (2020) bahawa sikap positif dalam pelaksanaan pengajaran STEM terutamanya guru menengah dengan wujudnya sumber STEM yang lengkap. Guru yang memiliki sikap positif terhadap STEM cenderung untuk mempunyai tahap pengetahuan yang lebih baik berkaitan konsep dan prinsip STEM. Ini selaras dengan kajian terdahulu yang mendapati bahawa sikap positif terhadap STEM adalah pemangkin kepada peningkatan pengetahuan (Roberts 2021; Zhang et al. 2023)

Hasil kajian mendapati bahawa terdapat korelasi yang signifikan antara pengetahuan dan kemahiran guru dalam melaksanakan pengajaran STEM. Hal ini seiring dengan hasil kajian Hashim et al. (2019) bahawa guru yang berpengetahuan dalam lebih mahir dalam melaksanakan pengajaran STEM dengan berkesan. Pengetahuan merupakan asas kemahiran

melaksanakan pengajaran STEM. Guru yang berkemahiran tinggi berkeupayaan untuk mengaplikasikan pengetahuan mereka secara praktikal dalam pengajaran STEM. Pendekatan seperti pembelajaran berasaskan projek memerlukan asas pengetahuan yang kukuh untuk memastikan kelancaran aktiviti berlangsung. Guru dapat merancang aktiviti pembelajaran dengan sistematik berdasarkan tahap kemampuan murid-murid. Pengetahuan yang mendalam membantu guru menjelaskan teori-teori kompleks dengan mudah dan ringkas.

Pengetahuan guru dan sikap mereka mempunyai hubungan signifikan yang sederhana. Guru yang berpengetahuan tinggi lebih yakin dan bermotivasi untuk mengaplikasikan pengajaran STEM dengan inovatif (Rahman et al. 2020). Tahap pengetahuan yang tinggi dapat mewujudkan sikap positif terhadap pelaksanaan pengajaran STEM. Pengetahuan yang kukuh dapat membentuk sikap terbuka dan yakin untuk membantu guru memahami kepentingan pengajaran STEM (Morgort & Kettler 2019). Sikap positif terhadap pengajaran STEM dapat meningkatkan keyakinan guru dan, seterusnya, kemahiran mereka dalam menggunakan pendekatan STEM dalam bilik darjah. Seiring dengan itu, kemahiran guru yang lebih tinggi dalam melaksanakan pengajaran STEM juga dapat memperkuat sikap positif mereka terhadap pendekatan tersebut (Wang et al., 2021). Penemuan ini selaras dengan kajian-kajian terdahulu yang juga menunjukkan bahawa pengetahuan guru tentang konsep-konsep STEM mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan mereka untuk melaksanakan pengajaran yang efektif. Kajian oleh Ahmad & Lilia (2023) juga menunjukkan bahawa guru yang memiliki pengetahuan yang kukuh dalam pengajaran STEM cenderung lebih 493atihan dalam mengaplikasikan kemahiran pedagogi yang diperlukan untuk melaksanakan pengajaran yang berfokus kepada murid. Kajian ini memberi implikasi bahawa sikap positif guru terhadap STEM sedikit sebanyak dapat menyumbang kepada peningkatan kemahiran mereka dalam mengendalikan aktiviti-aktiviti pembelajaran berasaskan STEM.

Kajian menunjukkan hubungan positif sederhana ($r=0.346$, signifikan pada aras 0.01) antara sikap guru dan kemahiran mereka dalam melaksanakan pengajaran STEM. Sikap positif guru memotivasikan mereka untuk meningkatkan kemahiran melalui strategi pengajaran inovatif, seperti aktiviti berasaskan masalah dan projek (Rahman et al., 2020; Nurwidodo et al. 2018). Guru dengan sikap positif lebih cenderung mahir merancang dan melaksanakan pengajaran STEM yang berpusatkan murid, meningkatkan keyakinan mereka terhadap keberkesanan pengajaran ini. Sebahagian guru dengan kemahiran rendah seperti dalam aspek teknikal STEM atau penggunaan peralatan teknologi menunjukkan sikap lebih cermat. Ini mungkin disebabkan kekurangan 493atihan yang mencukupi, yang boleh mempengaruhi motivasi mereka. Guru yang mahir lebih terbuka menyertai 493atihan dan bengkel, manakala guru kurang mahir kurang yakin melibatkan diri.

6. Kesimpulan

Kajian ini menunjukkan bahawa tahap kompetensi guru dalam pengajaran STEM di Sekolah Rendah Jenis Kebangsaan Cina adalah berada pada tahap yang sederhana tinggi untuk aspek pengetahuan dan kemahiran. Guru-guru di sekolah-sekolah tersebut mempunyai asas yang kukuh dalam pengetahuan dan kemahiran yang diperlukan untuk mengajar STEM, dan mereka mampu melaksanakan aktiviti pengajaran STEM dengan baik. Namun, tahap sikap guru terhadap pengajaran STEM masih berada pada tahap sederhana rendah. Terdapat kekurangan dalam aspek sikap dan motivasi yang mempengaruhi komitmen dan keterlibatan mereka dalam pengajaran. Faktor-faktor seperti kurangnya sokongan berterusan, kekurangan sumber, dan peluang pembangunan profesional yang terhad menyumbang kepada cabaran ini.

Selain itu, kajian ini juga mendapati bahawa terdapat hubungan yang signifikan antara pengetahuan, kemahiran, dan sikap guru dalam pengajaran STEM. Peningkatan dalam satu aspek kompetensi boleh mempengaruhi aspek lain telah mencerminkan kepentingan pendekatan bersepadu dalam pembangunan kompetensi guru. Oleh itu, untuk meningkatkan keberkesanan pengajaran STEM, sokongan yang lebih menyeluruh perlu disediakan kepada guru.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Universiti Kebangsaan Malaysia kerana memberikan sokongan untuk kajian ini.

Rujukan

- Ahmad, A. H.B.M. H & Lilia, B. H. (2023). Pelaksanaan Pendidikan STEM: Pengetahuan Pedagogi Isi Kandungan, Sikap, Kemahiran Pedagogi, dan Penilaian Guru. ResearchGate.
- Akbas, R., & Ozer, D. (2020). The relationship between teachers' attitudes and knowledge in STEM education: A case study. *International Journal of Educational Science and Research*, 10(2), 55-62. doi:10.1007/ije.2020.029
- Akran, S.K. & Sevim. (2018). Perceptions of Teachers towards the STEM Education and the Constructivist Education Approach: Is the Constructivist Education Approach Preparatory to the STEM Education?. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1192747>.
- Allen, A., & Toth-Cohen, S. (2019). The Role of High-Level Skills in STEM Education: Insights from Educators' Perspectives. *Journal of Educational Research and Practice*, 12(1), 45-59.
- Amatan, M.A., Han, C.G.K. & Pang, V. (2022). Pembinaan dan Pengesahan Soal Selidik Proses Pelaksanaan STEM dalam Pengajaran dan Pembelajaran Guru. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)* 7(2): e001309.
- Ambotang, A. S. & Lena, A. (2023). Pengaruh Pengetahuan Pedagogi, Pengetahuan Kandungan dan Komitmen Guru Terhadap Kualiti Pengajaran. *Jurnal Pemikir Pendidikan*, 11(1), 50-60.
- Arifin, L. (2024). KPM tambah baik kualiti pencapaian PISA. <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2024/03/1220197/kpm-tambah-baik-kualiti-pencapaian-pisa>
- Assan, N. (2023). Pendidikan STEM perlu lebih berfokus hadapi IR 4.0. <https://www.sinarharian.com.my/article/275089/berita/nasional/pendidikan-stem-perlu-lebih-berfokus-hadapi-ir-40>.
- Azman, S., Ibrahim, A., & Hassan, R. (2020). The Importance of Continuous Training and Support for Teachers in Enhancing Pedagogical Skills in STEM Education. *Journal of Education and Practice*, 11(5), 112-120.
- Cook-Sather, A., Salmeron, L., & Smith, J. (2023). STEM Education: Prioritizing Student Perspectives and Humanity in Teaching. *Journal of Transformative Education*, 22(3), 120-135.
- Dewi, K.K. (2023). Stemming students' loss of interest in STEM. *The Star*.
- Halim, L., Rahman, N. A., & Meerah, T. S. M. (2020). Pengetahuan guru Sains dan Matematik dalam teori dan konsep asas STEM: Keperluan peningkatan penerapan kejuruteraan. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 43(2), 85-102.
- Halim, L., Nam, S., & Shahali, M. (2021). STEM Education in Malaysia: Implementation and Challenges in the Context of the 21st Century and Industry 4.0. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 24-31.

- Hermans, S., Janssen, L., & De Lange, S. (2024). Problem-Solving Skills are Closely Related to Critical Thinking Skills. *Journal of Educational Psychology*, 56(1), 112-128.
- Hutsalo, L., et al. (2024). Students Build Knowledge Through Solving Complex Problems Based on Various Learned Knowledge in Subjects. *International Journal of STEM Education*, 15(2), 45-58.
- Ibrahim, M.I. 2024. (2023). Trend pelajar mengambil mata pelajaran sains tulen menurun. *Berita Harian*.
- Ikhlas, M.B.H., Nordin, M. & Mashitah, N. M. R. (2024). Hubungan Pengetahuan, Minat dan Sikap Mengajar dengan Kesiapan Mengajar Matematik Awal Berasaskan Pendekatan STEM dalam Kalangan Guru Prasekolah. *Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, 3(2), 142-152.
- Ismail, M., Shamsudin, S., & Abdul Rashid, M. (2022). Teachers' Knowledge and Practices in Implementing Integrated STEM Education in Malaysian Schools. *Journal of STEM Education*, 23(1), 10-23.
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). "Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review." *International Journal of STEM Education*, 6(1), 2.
- Ministry of Education. (2022). Laporan Tahunan 2016 PPPM 2013-2025. *Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2015*, 1, 45-49.
- Ministry of Education. (2023). *Dokumen Kompetensi Guru Bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM)*. Putrajaya: Ministry of Education.
- Mohamad, M. M., Ibrahim, A., & Abdul, S. (2021). Pengaruh Sokongan dan Sumber Terhadap Sikap Guru dalam Pengajaran STEM. *Jurnal Pendidikan STEM*, 5(1), 45-56.
- Nurwidodo, W., Setyaningrum, N. R., & Apriyanto, A. (2018). Pembangunan Profesionalisme Guru melalui Kolaborasi dalam Komuniti Pembelajaran Profesional. *Jurnal Pendidikan dan Inovasi*, 11(2), 58-67.
- Radhi, N.A.M. (2023). Malaysia sees a surge in STEM enrollment, reaching 45.73 per cent in schools. *NST Online*.
- Rashidin, I, Priyalatha, G, Suppiah, N. (2020). Challenge and Obstacles of STEM Education in Malaysia. *International Journal of Academic Research in Business & Social Sciences*, 821-828.
- Rahman. (2020). Preschool Teacher Readiness for STEM Implementation in Malaysia. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*. 11.112-131.
- Roberts, J. (2021). The Impact of Positive Attitudes on STEM Education: A Review of Recent Studies. *Journal of Science Education and Technology*, 30(2), 123-134.
- Shamsudin, N., Rosmi, M. I., & Mohamed, S. (2021). Macroeconomic Variables Influence on Stock Market Performance. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 11(8), 1364–1376.
- Sherhoff, D.J; Suparna, S; Denise, B & Lynda, G. (2017). Assessing teacher education and profesional needs for implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal*.
- Siti, Z A; Muna, W. 2024. Sekolah Jenis Kebangsaan Cina (SJKC) Menjadi Pilihan Ibu Bapa Kaum Melayu. *Jurnal Dunia Pendidikan*.
- Siti Sarah Muhammad Raflee & Lilia Halim. (2021). Keberkesanan Pemikiran Kritis Dalam Meningkatkan Kemahiran Dalam Penyelesaian Masalah KBAT. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 60-76.
- Sofea, N. H. A. (2024). Strengthening STEM foundations in primary education to reach the 60:40 goal. *Khazanah Research Institute*, 1-8.

- Tan, Y., Lee, A., & Chia, T. (2019). Teachers with Positive Attitudes Towards STEM are More Likely to Engage in Professional Development and Enhance Their Teaching Skills. *International Journal of STEM Education*, 6(2), 45-56.
- Parni, Yuliati, L, Hermanto, F.M, Ali, M. (2020). A case study on comparison of high school students' scientific literacy competencies domain in physics with different methods: PBL-STEM education, PBL, and conventional learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2), 187-192.
- Wang, X., Zhang, L., & Liu, Y. (2021). Exploring STEM Education: Teachers' Knowledge and Instructional Practices. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 45.
- Zhao, X., Zhang, L., & Wang, Y. (2021). Application of STEM education in China and other Asian countries: Enhancing students' understanding of technology and engineering concepts. *Journal of STEM Education*, 22(3), 45-58.