

Keberkesanan Pelaksanaan AI Generatif dalam Pengajaran dan Pembelajaran Sains: Perspektif Guru Sains Sekolah Jenis Kebangsaan Tamil di Lembah Klang

(Effectiveness of Generative AI Implementation in Science Teaching and Learning: Perspectives from Tamil National-Type School Teachers in the Klang Valley)

Nithyavani Manikam^{1,2*}, Rosinah Mahmood¹, Kanakesvary Poongavanam¹, Puvaneswaren Parmasivam¹

¹ Faculty of Education, Open University Malaysia (OUM), Blok C, Kompleks Kelana Centre Point, Jalan SS7/19, Kelana Jaya, 47301 Petaling Jaya, Selangor, Malaysia

² Institut Pendidikan Guru Kampus Bahasa Antarabangsa, Lembah Pantai, 59200 Kuala Lumpur, Malaysia

*Pengarang Koresponden: nithyavani5368@oum.edu.my

Received: 10 January 2026 | Accepted: 25 March 2026 | Published: 1 April 2026

DOI: <https://doi.org/10.55057/ijares.2026.8.2.13>

Abstrak: Analisis konseptual ini meneliti jurang dalam literatur berkaitan keberkesanan penggunaan kecerdasan buatan generatif dalam pengajaran dan pembelajaran Sains di Sekolah Jenis Kebangsaan Tamil khususnya dari perspektif kesediaan guru, kecekapan pedagogi digital dan sokongan institusi. Kecerdasan Buatan (AI) generatif semakin digunakan dalam pendidikan untuk meningkatkan pengajaran dan pembelajaran, dalam mata pelajaran Sains. Namun, pelaksanaannya di Sekolah Jenis Kebangsaan Tamil (SJKT) masih kurang diterokai. Kajian ini berpandukan Model Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) dengan fokus kepada kesediaan guru, persepsi terhadap keberkesanan dan sokongan institusi. AI menawarkan peluang besar untuk memperbaiki pengalaman pengajaran dan pembelajaran, dengan menyediakan alat yang lebih sesuai, meningkatkan penglibatan pelajar, dan mempermudah pengurusan bilik darjah. Walau bagaimanapun, keberkesanan penggunaan AI bergantung kepada beberapa faktor, termasuk kecekapan guru dalam menguasai teknologi dan sokongan yang diterima dari institusi pendidikan. Kajian ini mendapati bahawa untuk menggunakan AI dengan berkesan, guru memerlukan latihan yang berterusan, akses kepada sumber daya yang mencukupi, dan pembentukan budaya yang menyokong penggunaan teknologi. Sokongan institusi dalam menyediakan latihan yang relevan, sumber yang mencukupi, dan dasar yang menyokong teknologi adalah kunci untuk memastikan kejayaan integrasi AI dalam pengajaran. Secara keseluruhannya, AI berpotensi untuk mempertingkatkan pendidikan, tetapi ia memerlukan kerjasama antara guru, institusi, dan pembuat dasar untuk memanfaatkan potensi penuh teknologi ini dalam pendidikan.

Kata Kunci: Kecerdasan Buatan, Penggunaan AI, Pembangunan Profesional Guru, Kecekapan Guru, Sokongan Institusi, Teknologi Pendidikan

Abstract: This conceptual analysis examines the gap in the literature regarding the effectiveness of generative artificial intelligence (AI) in the teaching and learning of Science in Sekolah Jenis Kebangsaan Tamil (SJKT), especially from the perspectives of teacher readiness, digital pedagogical competence, and institutional support. Generative AI is rapidly

used in education to enhance teaching and learning, especially in Science subject. However, its implementation in SJKT remains underexplored. Guided by the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) model, this study focuses on teacher readiness, perceptions of AI effectiveness and institutional support. Generative AI offers significant opportunities to improve teaching and learning experiences by providing more tailored instructional tools, enhancing student engagement, and simplifying classroom management. Nevertheless, its effectiveness depends on several factors, including teachers' technological competency and the support provided by educational institutions. The analysis indicates that to utilise AI effectively, teachers require continuous training, adequate access to resources, and the cultivation of a culture that supports in providing relevant training, sufficient resources and technology-friendly policies is essential for ensuring successful AI integration in teaching. Overall, while generative AI has the potential to elevate educational quality, its full benefits can only be realised through collaboration between teachers, institutions and policymakers.

Keywords: Artificial Intelligence, AI Usage, Teacher Professional Development, Teacher Competence, Institutional support, Educational Technology

1. Pengenalan

Perkembangan teknologi digital yang semakin pesat dalam sektor Pendidikan, kini telah memberi peluang yang baharu dalam usaha mempertingkatkan keberkesanan pengajaran dan pembelajaran. Teknologi AI generatif menjadi satu inovasi terkini yang mempunyai potensi untuk membuat perubahan dalam pengajaran dan pembelajaran yang dijalankan dengan menyediakan bahan yang lebih dinamik, interaktif, dan diperibadikan. Dalam perkembangan yang pesat ini pemahaman tentang penerimaan dan penggunaan AI generatif oleh guru adalah sangat penting untuk memastikan teknologi ini dapat diintegrasikan secara efektif ke dalam sistem pendidikan. Dalam konteks pendidikan Sains di Sekolah Jenis Kebangsaan Tamil (SJKT), teknologi baharu ini berpotensi besar untuk memberi sokongan kepada guru dalam penyediaan bahan pengajaran yang lebih kreatif, relevan dan bersifat peribadi kepada murid.

Pengenalan juga membincangkan cabaran-cabaran yang guru-guru SJKT hadapi dalam mengadaptasi pedagogi mereka supaya sesuai dengan murid yang mempunyai latar belakang sosioekonomi dan budaya yang pelbagai. Integrasi AI generatif dalam pendidikan dilihat sebagai satu anjakan paradigma yang dapat membantu guru untuk menangani cabaran pedagogi abad ke-21, terutama dalam kalangan komuniti SJKT yang secara tradisinya berdepan dengan isu kekangan sumber, perbezaan tahap penguasaan bahasa, serta keperluan pembelajaran yang pelbagai.

2. Latar Belakang Kajian

Kecerdasan buatan generatif telah menyaksikan perkembangan yang sangat pesat dalam dekad terakhir dan kini semakin menonjol sebagai salah satu inovasi teknologi yang memberi kesan dalam pelbagai sektor, termasuk dalam bidang pendidikan. AI generatif merujuk kepada sistem komputer yang bukan sekadar menganalisis data sedia ada, tetapi mampu mencipta kandungan baharu secara automatik berdasarkan data, arahan, atau corak yang dipelajari. Kandungan yang dihasilkan ini boleh berupa teks, imej, muzik, video, dan pelbagai jenis media interaktif lain yang berpotensi merubah cara pembelajaran dan pengajaran tradisional dilaksanakan (Cooper, 2023).

Dalam konteks pendidikan, teknologi AI generatif bukan sahaja berfungsi sebagai alat untuk meningkatkan kecekapan penyampaian ilmu, tetapi dapat mewujudkan satu pengalaman pembelajaran yang dinamik, interaktif dan diperibadikan mengikut keperluan setiap pelajar. Sebagai contoh, penggunaan AI generatif dalam menghasilkan bahan pengajaran dan pembelajarab membantu guru untuk menyediakan pelbagai variasi penjelasan konsep yang sesuai dengan tahap pemahaman pelajar yang berlainan, sekaligus membantu mengatasi masalah pembelajaran tradisional yang bersifat satu arah dan seragam (Kaplan-Rakowski et al., 2023). Dengan bantuan AI generatif, proses pembelajaran dapat disesuaikan agar lebih fleksibel dan responsif terhadap keperluan pelajar individu, memupuk pengalaman pembelajaran yang inklusif dan berkesan.

Penerapan AI generatif dalam bidang pendidikan turut berupaya meningkatkan kualiti proses pembelajaran dengan memberi sokongan pembelajaran yang diperibadikan (personalized learning). AI mampu menganalisis gaya pembelajaran dan pencapaian pelajar lalu menyusun bahan pengajaran yang paling sesuai dengan keperluan dan kebolehan mereka (Lin et al., 2025). Melalui ini, AI generatif dapat meningkatkan pelibatan pelajar dan merangsang minat pelajar dalam subjek yang diajar. Contohnya, pelajar yang mengalami kesukaran memahami konsep tertentu boleh diberikan penjelasan alternatif yang lebih mudah difahami atau dalam bentuk visual dan interaktif, yang boleh memperkukuh kefahaman dan mengurangkan jurang pencapaian akademik (Lee & Song, 2024; Ramnarain et al., 2024)

Selain daripada itu, AI generatif mempunyai kelebihan untuk memperkayakan pengalaman pembelajaran pelajar melalui penciptaan bahan pengajaran yang kreatif dan kontekstual. Ini termasuk kemampuan AI untuk menyesuaikan bahan pembelajaran dengan konteks budaya dan linguistik pelajar di SJKT, yang mana bahasa dan budaya memainkan peranan penting dalam pembentukan pemahaman dan minat pelajar terhadap mata pelajaran sains (Alasadi & Baiz, 2023). Dengan bahan yang disesuaikan secara langsung kepada konteks pelajar, diharapkan kefahaman konsep dapat diperkukuh dan minat terhadap mata pelajaran sains dapat dipertingkatkan. Pendekatan ini juga sejalan dengan aspirasi pendidikan inklusif yang memerlukan pendidikan yang relevan dan mudah diakses oleh pelajar daripada pelbagai latar belakang.

Di samping itu, penggunaan AI generatif juga boleh membantu guru untuk menghasilkan bahan bantu pengajaran yang lebih menarik dan interaktif, termasuk visualisasi konsep sains yang kompleks. Visualisasi dan simulasi interaktif adalah salah satu kaedah yang terbukti berkesan dalam meningkatkan kefahaman pelajar, terutama dalam mata pelajaran seperti sains yang memerlukan pemahaman konsep abstrak (Kaplan-Rakowski et al., 2023). AI generatif membolehkan penciptaan bahan-bahan ini secara automatik dan mudah disesuaikan mengikut keperluan kelas, menjadikannya alat bantu pengajaran yang berkuasa untuk meningkatkan hasil pembelajaran.

Selain manfaat langsung kepada pengajaran dan pembelajaran, AI generatif turut menyumbang kepada pembangunan profesionalisme guru. Melalui penggunaan teknologi ini, guru dapat memperluas kemahirannya dalam bidang teknologi pendidikan dan pedagogi digital. Kajian menunjukkan bahawa penggunaan AI generatif boleh mendorong guru untuk lebih berinovasi dalam penyampaian ilmu dan meningkatkan keyakinan mereka dalam menggunakan alat bantu digital (Lu et al., 2024). Ini seterusnya menyokong objektif dasar pendidikan digital Malaysia yang mengutamakan pembangunan kompetensi digital guru sebagai elemen penting dalam meningkatkan mutu pendidikan negara (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013).

Walau bagaimanapun, penerapan AI generatif dalam pengajaran bukan tanpa cabaran. Di Malaysia, terutamanya dalam konteks Sekolah Jenis Kebangsaan Tamil (SJKT) di Lembah Klang, guru-guru sains berdepan dengan pelbagai halangan dalam menyesuaikan pedagogi mereka bagi memenuhi keperluan pelajar yang mempunyai latar belakang sosioekonomi dan budaya yang sangat pelbagai (Zhai, 2024). Kawasan Lembah Klang yang pesat membangun ini mempunyai kepelbagaian sosial yang tinggi, yang mana pelajar berasal dari keluarga dengan tahap pendidikan, bahasa pengantar dan kemudahan teknologi yang berbeza. Keadaan ini menuntut guru untuk lebih fleksibel dan kreatif dalam kaedah pengajaran bagi memastikan semua pelajar mendapat peluang pembelajaran yang adil dan efektif.

Gabungan Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur dan Negeri Selangor digelar sebagai Lembah Klang. Di Negeri Selangor terdapat sebanyak 99 buah Sekolah Jenis Kebangsaan Tamil (SJKT), manakala di sekitar Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur pula terdapat sebanyak 15 buah SJKT. Berdasarkan data terkini bertarikh 1 Februari 2025 yang dipaparkan oleh Jabatan Pendidikan Negeri Selangor (dipetik daripada Portal Rasmi Jabatan Pendidikan Negeri Selangor), sebanyak 84 buah SJKT telah dikategorikan sebagai sekolah bandar manakala, 15 sekolah dikategorikan sebagai sekolah luar bandar (Jabatan Pendidikan Negeri Selangor, 2025). Tambahan pula, semua 15 sekolah di Kuala Lumpur diklasifikasikan sebagai sekolah bandar (Jabatan Pendidikan Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur).

Salah satu cabaran utama yang dihadapi adalah kemudahan infrastruktur teknologi yang tidak mencukupi dan kurang sesuai di sekolah-sekolah SJKT. Walaupun AI generatif memerlukan sambungan internet dan peranti digital yang stabil untuk digunakan secara optimum, kebanyakan sekolah masih bergantung kepada kemudahan teknologi yang terhad, yang menjadi penghalang utama kepada penggunaan teknologi ini secara meluas (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2024). Tambahan pula, tahap literasi digital guru juga tidak seragam. Ada guru yang sudah fasih menggunakan teknologi terkini, manakala sebahagian lagi masih kurang berkeyakinan dan memerlukan latihan profesional yang lebih intensif dan berterusan untuk menguasai penggunaan AI generatif (Rupprecht et al., 2025).

Kekangan masa juga menjadi faktor pembatasan kepada penggunaan AI generatif dalam pengajaran. Guru-guru menghadapi beban kerja yang agak tinggi, dan tanpa sokongan pentadbiran yang mencukupi, masa untuk mempelajari dan mengadaptasi teknologi baru sering kali terhad (Moundridou et al., 2024). Oleh itu, walaupun teknologi ini menjanjikan banyak manfaat, pelaksanaannya masih memerlukan perancangan yang rapi dan sokongan sistemik agar dapat memberi impak yang signifikan dalam bilik darjah.

Walaupun begitu, kajian juga menekankan bahawa AI generatif bukanlah satu penyelesaian ajaib yang boleh menggantikan peranan guru. Sebaliknya, ia perlu dilihat sebagai bahan bantu yang menyokong amalan pengajaran. Keberkesanan penggunaan AI generatif sangat bergantung kepada kemahiran guru untuk mengadaptasikan kecerdasan buatan generatif ini secara berkesan dalam pedagogi mereka dan konteks bilik darjah yang unik. Oleh itu, latihan profesional yang sesuai dan sokongan berterusan adalah kritikal untuk memastikan guru dapat menggunakan kemahiran digital ini sepenuhnya dan menyesuaikannya dengan keperluan pelajar yang pelbagai (Tang et al., 2024).

Tambahan pula, isu etika dan keselamatan data dalam penggunaan AI generatif turut menjadi perhatian yang perlu diberi perhatian serius. Penggunaan AI yang melibatkan pengumpulan dan pemprosesan data pelajar memerlukan mekanisme yang ketat bagi melindungi privasi dan keselamatan maklumat. Kebimbangan ini perlu ditangani melalui garis panduan dan polisi

yang jelas untuk memastikan penggunaan AI generatif memberi manfaat tanpa menimbulkan risiko kepada pelajar dan guru (Gabriel, 2024). Dalam hal ini, peranan pihak kementerian, sekolah, dan pembekal teknologi sangat penting dalam memastikan pelaksanaan AI generatif dilakukan secara bertanggungjawab dan beretika.

3. Pernyataan Masalah

Kecerdasan buatan generatif (Artificial Intelligence generatif atau AI generatif) ini semakin mendapat perhatian yang tinggi secara global dalam pelbagai bidang termasuk pendidikan kerana keupayaan AI ini dapat menjana kandungan yang baharu secara automatik seperti teks, imej, video, simulasi dan media interaktif lain yang boleh disesuaikan mengikut konteks pengguna (Întorsureanu et al., 2025). Potensi AI generatif untuk menyokong pengajaran dan pembelajaran amat besar, terutamanya dalam mata pelajaran Sains yang memerlukan penjelasan konsep abstrak melalui bahan interaktif, simulasi, dan penerangan berlapis. Walau bagaimanapun, realiti sebenar di sekolah rendah Malaysia, khususnya di SJKT di Lembah Klang, masih menunjukkan tahap penggunaan yang rendah dan kurang menyeluruh.

Masalah sebenar yang wujud ialah kewujudan jurang besar antara aspirasi dasar pendidikan negara dengan pelaksanaan di peringkat sekolah. Dasar Pendidikan Digital Malaysia (KPM, 2024) dan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013–2025 (PPPM) jelas menekankan transformasi digital sebagai strategi utama untuk memperkukuh pembelajaran abad ke-21. Kedua-dua dasar ini menggariskan kepentingan memperkasakan guru dengan kemahiran digital, meningkatkan akses murid kepada sumber pendidikan inovatif, serta memastikan penggunaan teknologi secara meluas di sekolah. Namun, dalam konteks SJKT di Lembah Klang, guru masih berdepan dengan masalah asas seperti kekurangan peranti digital, sambungan internet yang lemah, dan latihan profesional yang terhad. Ini menunjukkan wujudnya jurang ketara antara hala tuju dasar dengan realiti pelaksanaan di lapangan, sekali gus menjejaskan matlamat utama pendidikan digital negara.

Tambahan pula, kajian terdahulu banyak memberi tumpuan kepada penggunaan teknologi AI secara umum atau bentuk tradisional seperti sistem adaptif dan chatbot, sedangkan kajian mengenai ciri unik AI generatif yang mampu menghasilkan kandungan secara real-time masih amat terhad (Lin et al., 2025). Keadaan ini mewujudkan kekosongan pengetahuan yang kritikal, terutama dalam memahami keberkesanan penggunaan AI generatif dalam bilik darjah sebenar. Walaupun teknologi ini diyakini berpotensi menyediakan pengalaman pembelajaran yang diperibadikan dan lebih inklusif, masalah sebenar ialah guru belum bersedia sepenuhnya dari segi kesediaan teknikal, literasi digital, motivasi, dan keyakinan pedagogi untuk memanfaatkannya (Del Mundo et al., 2024).

Khusus di Lembah Klang, cabaran yang dihadapi oleh guru SJKT lebih kompleks kerana kawasan ini mempunyai kepelbagaian sosioekonomi dan budaya yang tinggi. Sebahagian sekolah mungkin mempunyai akses teknologi yang baik, manakala sebahagian lagi masih bergantung kepada infrastruktur asas yang terhad. Guru pula mempunyai tahap literasi digital yang tidak seragam; ada yang mahir menggunakan aplikasi moden, tetapi ramai masih kurang yakin untuk mengintegrasikan AI generatif dalam pengajaran mereka (Rupprecht et al., 2025). Lebih merisaukan, walaupun terdapat teknologi dan sumber, terdapat jurang besar antara niat menggunakan AI generatif dan amalan sebenar di bilik darjah. Kajian menunjukkan faktor seperti jangkauan prestasi, jangkauan usaha, pengaruh sosial, keadaan fasilitasi dan motivasi memberi impak yang besar dalam menentukan keberkesanan penggunaan (Tang et al., 2024; Întorsureanu et al., 2025).

Realiti ini jelas bertentangan dengan aspirasi PPPM 2013–2025 yang meletakkan penguasaan teknologi sebagai salah satu tonggak transformasi pendidikan untuk melahirkan pelajar yang berdaya saing global. Begitu juga dengan Dasar Pendidikan Digital (2024) yang memperkenalkan DELIMA 2.0, sebuah platform digital yang menyediakan lebih 16 aplikasi berasaskan AI (seperti ChatGPT, Microsoft Copilot, Gemini AI dan lain-lain) untuk memperkayakan kandungan pengajaran. Walaupun inisiatif ini bertujuan memberi akses yang lebih mudah kepada guru, guru SJKT masih tidak dapat memanfaatkannya secara optimum kerana cabaran infrastruktur, beban kerja, serta kekurangan sokongan sistemik dan latihan berterusan. Hal ini menunjukkan dasar yang dirangka pada peringkat nasional belum benar-benar berjaya mengubah amalan di sekolah jenis vernakular seperti SJKT.

Walaupun guru yakin bahawa tentang peranannya utama dalam ekosistem pendidikan digital, tetapi kajian menunjukkan masih wujudnya jurang yang agak besar antara potensi AI dan kemampuan guru untuk mengintegrasikan ke dalam pengajaran dan pembelajaran harian mereka (Yadav, 2025). Masih ramai guru kurang yakin dan tidak bersedia untuk mengadaptasikan pengajaran yang melibatkan teknologi pintar.

Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) telah memperkenalkan platform digital seperti DELIMA 2.0 dan pengukuhan TMK dalam PPPM, namun realiti sebenar di sekolah tidak seragam. Guru masih menghadapi dengan pelbagai cabaran seperti kekurangan latihan berasaskan AI, Kemudahan peranti dan internet yang kurang seimbang antara sekolah bandar dan luar bandar serta tiada panduan etika penggunaan AI yang cekap. Walaupun KPM agak progresif tetapi realiti pelaksanaan sebenar di sekolah menggambarkan kekurangan sokongan daripada institusi untuk membimbing guru untuk menggunakan AI sepenuhnya secara berkesan (Hoon & Ibrahim, 2024).

Di samping itu, isu kesaksamaan pendidikan turut menjadikan masalah ini lebih kritikal. Penggunaan AI generatif berpotensi memperkecilkan jurang pencapaian akademik jika digunakan secara adil, namun tanpa akses yang sama rata, ia boleh menambah jurang tersebut (Gabriel, 2024; UNESCO, 2019). Dalam konteks SJKT, cabaran ini lebih besar kerana faktor bahasa dan budaya turut memberi kesan kepada penerimaan guru dan murid terhadap teknologi. Jika tidak ditangani, pelajar dari latar belakang sosioekonomi rendah mungkin semakin ketinggalan, sekali gus bercanggah dengan prinsip keterangkuman dalam PPPM dan Dasar Pendidikan Digital.

Akhir sekali, masalah ini bukan sahaja bersifat teknikal tetapi juga pedagogi. Pengajaran Sains memerlukan pendekatan yang interaktif dan berasaskan inkuiri. Walaupun AI generatif mampu membantu menghasilkan bahan pengajaran yang lebih kreatif, masalah sebenar ialah guru memerlukan latihan, motivasi dan keyakinan untuk menyesuaikan pendekatan pedagogi mereka dengan teknologi baharu. Tanpa sokongan profesional yang berterusan, guru mungkin terus berpegang kepada kaedah tradisional yang kurang berkesan untuk generasi kini (Rupprecht et al., 2025).

Oleh itu, pernyataan masalah kajian ini ialah terdapat ketidakselarasan antara aspirasi dasar nasional (PPPM dan Dasar Pendidikan Digital) dengan pelaksanaan sebenar di sekolah SJKT, yang berpunca daripada kekangan infrastruktur, literasi digital guru yang berbeza-beza, motivasi yang rendah, serta ketiadaan kajian empirikal yang mengkhususkan konteks SJKT. Keadaan ini menimbulkan persoalan kritikal: adakah guru SJKT benar-benar bersedia untuk mengintegrasikan AI generatif dalam PdP Sains, apakah cabaran utama yang mereka hadapi, dan sejauh mana dasar sedia ada berjaya diterjemahkan ke dalam amalan bilik darjah. Jika

persoalan ini tidak ditangani, matlamat transformasi pendidikan digital berisiko kekal pada peringkat dasar tanpa keberhasilan yang nyata di lapangan.

Kajian antarabangsa juga melaporkan cabaran yang sepadan. Walaupun AI mempunyai banyak kelebihan dalam pengajaran Sains, akses guru terhadap alat dan sumber Ai masih terhad, terutamanya di sekolah yang kurang berkemampuan (Arvin et al.,2023). Keadaan ini menyebabkan penggunaan AI tidak dapat dijalankan secara menyeluruh dan berkesan, sekali gus mengukuhkan lagi isu ketidaksediaan guru untuk mengintegrasikan AI generatif dalam pengajaran dan pembelajaran.

4. Objektif Kajian (OK)

- OK 1 :Menilai persepsi dan tahap kesediaan (jangkaan usaha, jangkaan prestasi, pengaruh sosial, keadaan falitasi dan motivasi) guru SJKT dalam pelaksanaan penggunaan teknologi AI Generatif dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Sains di Lembah Klang
- OK 2 :Melihat hubungan tahap kesediaan (jangkaan usaha, jangkaan prestasi, pengaruh sosial, keadaan falitasi dan motivasi) guru dalam penggunaan teknologi AI Generatif dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Sains SJKT di Lembah Klang
- OK 3 :Mengenal pasti cabaran utama yang dihadapi oleh guru SJKT dalam pelaksanaan penggunaan AI Generatif dalam pengajaran dan pembelajaran Sains.

5. Soalan Kajian (SK)

- SK 1 :Apakah **tahap kesediaan dan persepsi** guru dari aspek (**jangkaan usaha, jangkaan prestasi, pengaruh sosial, keadaan falitasi dan motivasi**) terhadap penggunaan teknologi AI Generatif dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Sains SJKT di Lembah Klang?
- SK 2 :Adakah terdapat **hubungan yang signifikan** antara kesediaan guru dari aspek (jangkaan usaha, jangkaan prestasi, pengaruh sosial, keadaan fasilitasi dan motivasi) dengan penggunaan teknologi AI Generatif ke dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Sains SJKT di Lembah Klang?
- SK 3 :Apakah cabaran utama yang guru menghadapi dalam pelaksanaan penggunaan AI Generatif dalam pengajaran dan pembelajaran Sains SJKT Lembah Klang

6. Hipotesis Kajian

Berdasarkan soalan kajian di atas terdapat beberapa hipotesis seperti berikut berdasarkan model UTAUT.

- H₂₀₁ **Tidak terdapat hubungan yang signifikan terhadap tahap kesediaan dari segi aspek jangkaan usaha guru dalam penggunaan teknologi AI Generatif ke dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Sains SJKT di Lembah Klang.**
- H_{2a1} Terdapat hubungan yang signifikan terhadap tahap kesediaan dari segi aspek **jangkaan usaha** guru dalam mengintegrasikan teknologi AI Generatif ke dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Sains SJKT di Lembah Klang.
- H₂₀₂ Tidak terdapat hubungan yang signifikan terhadap tahap kesediaan dari segi aspek **jangkaan prestasi** guru dalam mengintegrasikan teknologi AI Generatif ke dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Sains SJKT di Lembah Klang.

- H_{2a2} Terdapat hubungan yang signifikan terhadap tahap kesediaan dari segi aspek **jangkaan prestasi** guru dalam mengintegrasikan teknologi AI Generatif ke dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Sains SJKT di Lembah Klang.
- H_{2o3} Tidak terdapat hubungan yang signifikan terhadap tahap kesediaan dari segi aspek **pengaruh sosial** guru dalam mengintegrasikan teknologi AI Generatif ke dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Sains SJKT di Lembah Klang
- H_{2a3} Terdapat hubungan yang signifikan terhadap tahap kesediaan dari segi aspek **pengaruh sosial** guru dalam mengintegrasikan teknologi AI Generatif ke dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Sains SJKT di Lembah Klang
- H_{2o4} Terdapat hubungan yang signifikan terhadap tahap kesediaan dari segi **keadaan fasilitasi** guru dalam mengintegrasikan teknologi AI Generatif ke dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Sains SJKT di Lembah Klang
- H_{2a4} Terdapat hubungan yang signifikan terhadap tahap kesediaan dari segi **keadaan fasilitasi** guru dalam mengintegrasikan teknologi AI Generatif ke dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Sains SJKT di Lembah Klang
- H_{2o5} Tidak terdapat hubungan yang signifikan terhadap tahap kesediaan dari segi aspek **motivasi** guru dalam mengintegrasikan teknologi AI Generatif ke dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Sains SJKT di Lembah Klang.
- H_{2a5} Terdapat hubungan yang signifikan terhadap tahap kesediaan dari segi aspek **motivasi** guru dalam mengintegrasikan teknologi AI Generatif ke dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Sains SJKT di Lembah Klang.

7. Signifikansi Kajian

Kajian ini sangat penting kerana kajian ini dapat menyumbang kepada pemahaman yang lebih mendalam mengenai keberkesanan penggunaan teknologi kecerdasan buatan generatif (AI generatif) dalam konteks pengajaran dan pembelajaran matapelajaran sains, khususnya dalam kalangan guru di Sekolah Jenis Kebangsaan Tamil (SJKT) di Lembah Klang. Dengan perkembangan pesat teknologi AI dan potensi aplikasinya dalam pendidikan, kajian ini memberi gambaran empirikal tentang bagaimana AI generatif dapat meningkatkan kualiti proses pengajaran dan pembelajaran secara inovatif dan berkesan (Cooper, 2023; Kaplan-Rakowski et al., 2023).

7.1 Jurang Teori

Dari sudut akademik, kajian ini mengisi jurang teori kerana aplikasi model Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) dalam menilai penerimaan AI generatif masih sangat terhad dalam konteks sekolah rendah. Kebanyakan kajian terdahulu lebih banyak menekankan peringkat pendidikan tinggi, sedangkan guru sekolah rendah, khususnya di sekolah vernakular, menghadapi cabaran yang berbeza. Dengan memasukkan elemen tambahan iaitu motivasi guru, kajian ini bukan sahaja memperkukuh asas teori yang sedia ada, tetapi juga memperluas kefahaman mengenai faktor penerimaan teknologi dalam kalangan guru sains yang berhadapan dengan realiti bilik darjah yang unik (Ramnarain et al., 2024).

Selain itu, jurang teori juga wujud dari segi pengaruh interaksi antara sokongan institusi dan kecekapan guru terhadap keberkesanan penggunaan AI generatif. Walaupun model UTAUT menyediakan rangka kerja untuk menilai niat dan tingkah laku penggunaan teknologi, ia kurang menekankan peranan konteks organisasi dan sokongan profesional dalam memastikan teknologi dapat diaplikasikan secara efektif. Dengan menggabungkan dimensi sokongan institusi dan kecekapan guru, kajian ini berpotensi menawarkan perspektif yang lebih holistik

dan praktikal, seterusnya menyumbang kepada pembangunan teori yang lebih relevan dengan situasi sebenar di sekolah vernakular (Venkatesh et al., 2016; Ramnarain et al., 2024).

7.2 Jurang Pengetahuan

Dari perspektif pengetahuan, penyelidikan sedia ada banyak melaporkan keberkesanan AI generatif dalam meningkatkan pemahaman pelajar dan menyokong proses pembelajaran secara umum, tetapi sangat sedikit bukti empirikal diperoleh daripada sekolah rendah di Malaysia. Kebanyakan kajian tertumpu pada universiti atau sekolah menengah, walhal murid sekolah rendah mempunyai tahap kognitif, motivasi dan keperluan pedagogi yang berbeza (Lee & Song, 2024). Oleh itu, kajian ini dapat merapatkan jurang pengetahuan dengan meneliti tahap kesediaan, tahap penggunaan, persepsi keberkesanan, dan cabaran guru SJKT dalam mengintegrasikan AI generatif, sekali gus memberi sumbangan yang relevan kepada literatur tempatan dan antarabangsa. Dapatan kajian ini akan membantu memastikan sekolah vernakular, khususnya SJKT tidak ketinggalan dalam usaha pendigitalan.

7.3 Jurang Geografi

Selain itu, wujud juga jurang geografi dalam penyelidikan berkaitan AI generatif. Sebahagian besar kajian terdahulu dilaksanakan di negara Barat dan Asia Timur (Cooper, 2023; Kaplan-Rakowski et al., 2023), manakala kajian yang berfokus di Malaysia masih sangat sedikit. Kajian ini menambah nilai dengan menyediakan bukti empirikal daripada konteks SJKT di Lembah Klang, sebuah kawasan yang kaya dengan kepelbagaian sosioekonomi dan budaya. Oleh itu, dapatan kajian bukan sahaja dapat memberi manfaat kepada KPM, malah berpotensi dijadikan rujukan bagi negara membangun lain yang berdepan cabaran serupa. Dengan menumpukan kajian pada sekolah rendah vernakular di Lembah Klang, kajian ini dapat mengenal pasti konteks tempatan yang tidak diperoleh daripada kajian antarabangsa, sekaligus memberikan gambaran lebih holistik tentang bagaimana AI Generatif dapat diintegrasikan dalam bilik darjah dengan berkesan (Ramnarain et al., 2024; Cooper, 2023).

7.4 Jurang Konteks

Dari sudut konteks pula, sekolah vernakular seperti SJKT sering kali kurang diberi perhatian dalam penyelidikan pendidikan digital, walhal sekolah ini merupakan sebahagian penting dalam sistem pendidikan negara. Faktor bahasa, budaya, dan sosioekonomi menjadikan pengalaman guru dan murid di SJKT berbeza daripada sekolah kebangsaan. Kajian ini signifikan kerana ia bukan sahaja menilai realiti pelaksanaan AI generatif di SJKT, tetapi juga menghubungkannya dengan aspirasi dasar nasional seperti Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013–2025 dan Dasar Pendidikan Digital 2024. Dengan memberi fokus kepada motivasi dan kesediaan guru, kajian ini memastikan transformasi pendidikan digital tidak hanya tertumpu kepada sekolah arus perdana, tetapi juga melibatkan sekolah vernakular secara inklusif.

Secara praktikal dapatan kajian dapat membantu pihak sekolah, guru dan pembuat dasar dalam merangka strategi sokongan yang lebih berkesan. Maklumat ini boleh digunakan untuk merancang latihan profesional, menyediakan infrastruktur bersesuaian, serta memperkukuh motivasi guru untuk menggunakan AI generatif dalam PdP mereka (Lu et al., 2024; Zhai, 2024). Kajian ni akan menunjukkan sama ada penggunaan AI generatif benar-benar berlaku dalam bilik darjah dan sejauh mana penerimaan guru serta cabaran yang mereka hadapi. Apabila dapatan menunjukkan aspek yang memerlukan intervensi, pembuat dasar boleh rancang modul latihan berfokus kepada pengajaran Sains berasaskan AI generatif. Tambahan pula, AI generatif berpotensi meningkatkan penglibatan murid dan pencapaian akademik dalam subjek sains kerana ia membolehkan guru menghasilkan bahan pengajaran yang lebih

menarik, kontekstual dan diperibadikan (Moundridou et al., 2024; Alasadi & Baiz, 2023). Hasil kajian ini boleh dijadikan asas untuk menambah baik garis panduan rasmi mengenai penggunaan AI dalam bilik darjah sekolah rendah. Oleh itu, kajian ini memberikan sumbangan bermakna bukan sahaja dari sudut teori dan pengetahuan, tetapi juga dari sudut praktikal untuk memperkasa pendidikan sains di sekolah rendah, khususnya di SJKT.

8. Skop Kajian

Skop kajian ini terhad kepada penggunaan teknologi kecerdasan buatan generatif (AI generatif) dalam kalangan guru mata pelajaran Sains di Sekolah Jenis Kebangsaan Tamil (SJKT) yang terletak di kawasan Lembah Klang sahaja. Pemilihan kawasan Lembah Klang sebagai lokasi kajian adalah kerana kawasan ini merupakan pusat pembangunan pesat dengan kepelbagaian demografi yang tinggi, di mana guru-guru dan pelajar mempunyai latar belakang sosioekonomi yang berbeza-beza. Oleh itu, kajian ini memberi tumpuan khusus kepada situasi dan cabaran yang dihadapi oleh guru-guru sains dalam konteks ini dalam usaha mereka mengintegrasikan AI generatif ke dalam proses pengajaran dan pembelajaran (Cooper, 2023; Kaplan-Rakowski et al., 2023).

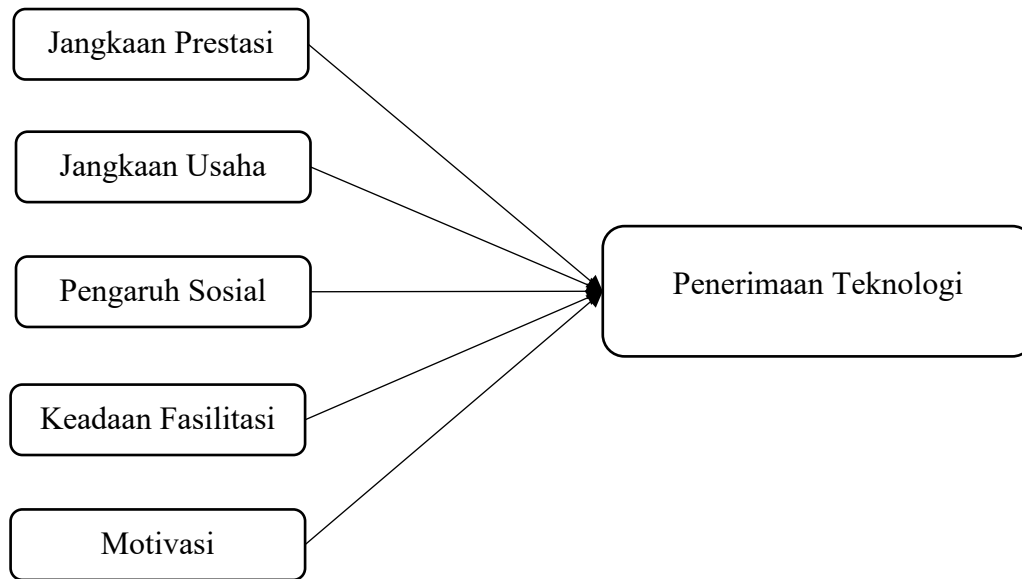
Selain daripada had geografi, kajian ini juga memfokuskan kepada guru-guru Sains sahaja, di mana responden terdiri daripada guru yang mengajar mata pelajaran Sains di peringkat sekolah rendah dalam SJKT. Pendekatan ini diambil kerana tumpuan kajian adalah pada keberkesanan AI generatif dalam meningkatkan pengajaran mata pelajaran Sains, yang memerlukan pendekatan pedagogi khusus berbanding subjek lain (Lee & Song, 2024). Dengan itu, guru dari mata pelajaran lain seperti Bahasa, Matematik, atau Pendidikan Jasmani tidak termasuk dalam skop kajian ini bagi memastikan fokus kajian lebih jelas dan hasil kajian dapat diinterpretasi dengan tepat.

Selain itu, kajian ini hanya memberi tumpuan kepada AI generatif sahaja dan tidak meliputi teknologi AI yang lain seperti pembelajaran mesin tradisional, sistem adaptif, atau data analitik pendidikan. Fokus ini penting kerana AI generatif mempunyai ciri unik yang membolehkan penciptaan kandungan baharu yang dinamik dan interaktif, yang berbeza dengan teknologi AI konvensional yang lebih terhad kepada analisis data atau pembelajaran automatik sahaja (Ramnarain et al., 2024; Zhai, 2024)

Metodologi pula, kajian ini menggunakan pendekatan gabungan (mixed methods) yang merangkumi kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif membantu untuk mengumpul data secara sistematik iaitu melalui soal selidik untuk mengukur tahap kesediaan, penggunaan, dan persepsi guru terhadap AI generatif. Sementara itu, pendekatan kualitatif pula digunakan untuk mengetahui pemahaman mendalam tentang cabaran yang dihadapi oleh guru serta pengalaman sebenar guru dalam menggunakan teknologi ini (Lu et al., 2024; Moundridou et al., 2024)

Selain itu, skop kajian ini turut menghadkan analisis kepada perspektif guru sebagai pelaksana utama dalam pengajaran dan pembelajaran tanpa melibatkan penilaian keberkesanan AI generatif dari sudut pencapaian akademik murid atau penilaian pentadbir sekolah. Fokus ini dipilih kerana guru merupakan pengguna langsung teknologi AI generatif dan memainkan peranan utama dalam menentukan kejayaan integrasi inovasi bilik darjah. Viberg & Cukurova menyatakan bahawa guru mempunyai peranan penting dalam penerimaan AI-EdTech dan integrasinya dalam amalan pengajaran mereka; tahap kepercayaan dan keyakinan guru terhadap teknologi AI menyumbang secara signifikan kepada penggunaan dalam bilik darjah.

9. Kerangka Konseptual



Rajah 1.1: Kerangka konseptual Kajian Mengenai Penerimaan Teknologi AI Generatif dalam Pengajaran dan Pembelajaran Sains di SJKT Lembah Klang

Rajah 1.1 menunjukkan hubungan antara lima pemboleh ubah bebas terhadap penerimaan teknologi dalam kalangan guru Sains SJKT di Lembah Klang. Fokus utama kajian ini ialah untuk mengenal pasti faktor-faktor yang mempengaruhi tahap penerimaan guru terhadap penggunaan kecerdasan buatan generatif dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Lima pemboleh ubah bebas yang dikenal pasti ialah Jangkaan prestasi, jangkaan usaha, pengaruh sosial, keadaan fasilitasi dan motivasi. Jangkaan prestasi iaitu sejauh mana guru percaya bahawa penggunaan AI generatif dapat meningkatkan prestasi dan keberkesanan pengajaran mereka. Jangkaan Usaha pula tahap kemudahan dan kesenangan penggunaan AI yang dirasai oleh gurudalam melaksanakan tugas pengajaran. Seterusnya, pengaruh sosial pula dorongan dan sokongan institusi daripada rakan sekerja, pentadbir sekolah, serta komuniti pendidikan yang mempengaruhi kecenderungan guru dalam menggunakan AI. Keempat ialah keadaan fasilitasi merujuk kewujudan kemudahan, prasarana dan sokongan teknikal yang mencukupi untuk membantu pelaksanaan penggunaan AI. Pemboleh ubah bebas kelima merupakan motivasi iaitu dorongan dalaman dan luaran yang menggalakkan guru untuk meneroka dan menggunakan teknologi AI dalam PdP. Kesemua faktor ini diandaikan memberi kesan secara langsung terhadap penerimaan teknologi, iaitu, tahap kesediaan, niat dan tingkah laku guru dalam menggunakan AI generatif untuk meningkatkan kualiti pengajaran dan pembelajaran.

10. Ringkasan

Kajian ini menumpukan kepada perspektif keberkesanan pelaksanaan penggunaan teknologi kecerdasan buatan generatif (AI generatif) dalam kalangan guru mata pelajaran Sains di Sekolah Jenis Kebangsaan Tamil (SJKT) di Lembah Klang, untuk menilai tahap kesediaan, penggunaan, persepsi keberkesanan, serta cabaran yang dihadapi oleh guru dalam mengintegrasikan teknologi tersebut ke dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Melalui pendekatan gabungan kuantitatif dan kualitatif, kajian ini turut berusaha untuk merapatkan jurang pengetahuan mengenai penerimaan teknologi AI generatif dalam konteks pendidikan rendah yang unik, khususnya dalam kalangan guru SJKT yang berdepan dengan pelbagai cabaran sosioekonomi dan infrastruktur. Selain itu, kajian ini juga menggunakan Model

Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan teknologi ini secara menyeluruh. Walaupun kajian menghadapi had seperti keterbatasan lokasi, populasi, dan metodologi, ia diharap dapat memberikan sumbangan bermakna kepada pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang teknologi pendidikan, khususnya dalam meningkatkan kualiti pengajaran sains melalui penggunaan AI generatif, serta menyediakan asas kepada pembangunan strategi sokongan yang lebih efektif untuk guru di Malaysia.

Penghargaan

Penulis ingin merakamkan penghargaan dan terima kasih kepada penyelia atas sokongan yang berterusan. Penulis juga merakamkan penghargaan kepada Fakulti Pendidikan, Open Universiti Malaysia (OUM), Malaysia dan Institut Pendidikan Kampus Bahasa Antarabangsa atas sokongan yang diberikan dalam menjayakan kajian ini.

Pernyataan Konflik Kepentingan.

Penulis mengisytiharkan bahawa tiada konflik kepentingan yang berkaitan penerbitan kajian ini

Rujukan

- Arvin, N., Hoseinabady, M., Bayat, B., & Zahmatkesh, E. (2023). *Teacher experiences with AI-based educational tools. AI and Tech in Behavioral and Social Sciences, 1*(2), 26–32. <https://doi.org/10.61838/kman.aitech.1.2.5>
- Alasadi, E. A., & Baiz, C. R. (2023). Generative AI in education and research: Opportunities, concerns, and solutions. *Journal of Chemical Education, 100*(8), 2965-2971.
- Cooper, G. (2023). Examining science education in ChatGPT: An exploratory study of generative artificial intelligence. *Journal of Science Education and Technology, 32*(3), 444-452.
- Del Mundo, A., Ramalingam, S., & Krishnan, R. (2024). Teachers' perception of generative AI in science classrooms. *Asian Journal of Science Education, 12*(2), 85–102. <https://doi.org/10.21776/ajse.2024.12.2.5>
- Gabriel, J. (2024). Generative AI and equity in education: Opportunities and challenges. *Journal of Educational Change, 25*(3), 213–229. <https://doi.org/10.1007/s10833-024-09475-3>
- Hoon, A. W. C., & Ibrahim, R. (2024). Isu Dan Cadangan Terhadap Penggunaan Teknologi Maklumat Dan Komunikasi Dalam Pengajaran Dan Pembelajaran: Persepsi Guru. *International Journal of Advanced Research in Education and Society, 6*(3), 800-815.
- Întorsureanu, C., Petrescu, L., & Georgescu, A. (2025). Generative AI in education: A comprehensive review. *Computers & Education, 187*, 105876. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105876>
- Kaplan-Rakowski, R., Grotewold, K., Hartwick, P., & Papin, K. (2023). Generative AI and teachers' perspectives on its implementation in education. *Journal of Interactive Learning Research, 34*(2), 313-338.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2013). *Pelan pembangunan pendidikan Malaysia 2013-2025*. Putrajaya: Kementerian Pendidikan Malaysia. Kementerian Pendidikan Malaysia. (2024). *Dasar pendidikan digital*. <https://www.moe.gov.my>
- Lin, J., Wang, H., & Zhang, Y. (2025). Generative AI and personalized learning in K-12 classrooms. *Educational Technology & Society, 28*(1), 12–24. <https://www.jstor.org/stable/educatechsoc>

- Lee, S., & Song, K. S. (2024). Teachers' and students' perceptions of AI-generated concept explanations: Implications for integrating generative AI in computer science education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, 100283.
- Lu, J., Zheng, R., Gong, Z., & Xu, H. (2024). Supporting teachers' professional development with generative AI: The effects on higher order thinking and self-efficacy. *IEEE Transactions on Learning Technologies*.
- Moundridou, M., Matzakos, N., & Doukakis, S. (2024). Generative AI tools as educators' assistants: Designing and implementing inquiry-based lesson plans. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, 100277.
- Ramnarain, U., Ogegbo, A. A., Penn, M., Ojetunde, S., & Mdlalose, N. (2024). Pre-service science teachers' intention to use generative artificial intelligence in inquiry-based teaching. *Journal of Science Education and Technology*, 1-14.
- Rupprecht, S., Müller, K., & Wagner, F. (2025). Generative AI's impact on teacher professional development. *Professional Development in Education*, 51(1), 77–95. <https://doi.org/10.1080/19415257.2024.989764>
- Tang, M., Lee, Y., & Chen, L. (2024). Adoption of generative AI: A UTAUT perspective. *British Journal of Educational Technology*, 55(2), 411–430. <https://doi.org/10.1111/bjet.13465>
- UNESCO. (2019). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. Paris: UNESCO.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Yadav, S. (2025). Leveraging AI to Enhance Teaching and Learning in Education: The Role of Artificial Intelligence in Modernizing Classroom Practices. In *Optimizing Research Techniques and Learning Strategies with Digital Technologies* (pp. 211-238). IGI Global Scientific Publishing.
- Zhai, X. (2024). Transforming teachers' roles and agencies in the era of generative AI: Perceptions, acceptance, knowledge, and practices. *Journal of Science Education and Technology*, 1-11.