



INTERNATIONAL JOURNAL OF
MODERN EDUCATION
(IJMOE)
www.ijmoe.com



**PEMBANGUNAN E-SCRAMICA UNTUK MENAMBAH BAIK
KEMAHIRAN PENYELESAIAN MASALAH DALAM
PENGATURCARAAN SEKOLAH RENDAH: SATU PENILAIAN
PAKAR**

*DEVELOPMENT OF E-SCRAMICA TO ENHANCE PROBLEM-SOLVING SKILLS
IN PRIMARY SCHOOL PROGRAMMING: AN EXPERT EVALUATION*

Rafiedah Ahmad ^{1*}, Nurulwahida Azid ²

¹ Universiti Utara Malaysia, Malaysia
Email: rafiedah_ahmad@ahsgs.uum.edu.my

² Universiti Utara Malaysia, Malaysia
Email: nurulwahida@uum.edu.my

* Corresponding Author

Article Info:

Article history:

Received date: 27.10.2025

Revised date: 20.11.2025

Accepted date: 05.12.2025

Published date: 22.12.2025

To cite this document:

Ahmad, R., & Azid, N. (2025).
Pembangunan e-Scramica Untuk
Menambah Baik Kemahiran
Penyelesaian Masalah Dalam
Pengaturcaraan Sekolah Rendah: Satu
Penilaian Pakar. *International Journal
of Modern Education*, 7 (28), 955-978.

DOI: 10.35631/IJMOE.728066

Abstract:

Kemahiran penyelesaian masalah yang menjadi asas kepada pemikiran komputasional sering dikenal pasti sebagai punca utama kesukaran dalam pembelajaran pengaturcaraan dalam kalangan murid sekolah rendah. Kekurangan kemahiran ini menyebabkan murid menghadapi cabaran untuk memahami logik pengaturcaraan serta menyelesaikan tugas yang diberikan. Kajian ini mencadangkan pembangunan e-Scramica, iaitu satu platform pembelajaran berasaskan permainan yang bertujuan membantu murid meningkatkan kemahiran penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan. Reka bentuk e-Scramica diselaraskan dengan Model Penyelarasan Konstruktif Biggs bagi memastikan kesepaduan antara hasil pembelajaran, kandungan, aktiviti, dan penilaian. Selain itu, Model ADDIE digunakan sebagai pendekatan reka bentuk bagi membangunkan e-Scramica secara sistematik dengan mengaplikasikan model kurikulum berasaskan masalah. Penilaian pakar melibatkan panel daripada pelbagai bidang kepakaran yang menilai aspek kesahan kandungan, reka bentuk antara muka, strategi pembelajaran, dan keberkesanan e-Scramica melalui borang soal selidik berstruktur. Dapatan kajian literatur turut menunjukkan bahawa penerapan model kurikulum berasaskan masalah dapat meningkatkan kefahaman murid dalam pembelajaran pengaturcaraan. Secara keseluruhannya, hasil kajian ini

This work is licensed under [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



diharapkan dapat menyumbang kepada pembangunan reka bentuk instruksional yang lebih berkesan melalui integrasi visualisasi interaktif, elemen gamifikasi, dan pembelajaran kolaboratif dalam *e-Scramica*, sekali gus membantu murid mengatasi kesukaran dalam pengaturcaraan.

Keywords:

Pengaturcaraan, Penyelesaian Masalah, Pembelajaran Berasaskan Permainan, Reka Bentuk Berpusatkan Masalah, Konstruktivisme

Abstract:

Problem-solving skills, which form the foundation of computational thinking, are often identified as a major source of difficulty in learning programming among primary school students. The lack of these skills makes it challenging for students to understand programming logic and complete assigned tasks effectively. This study proposes the development of *e-Scramica*, a game-based learning platform designed to help students enhance their problem-solving skills in programming. The design of *e-Scramica* is aligned with Biggs' Constructive Alignment Model to ensure coherence between learning outcomes, content, activities, and assessment. In addition, the ADDIE model was employed as a systematic design approach in developing *e-Scramica*, applying a problem-based curriculum model. Expert evaluation involved panels from various fields who assessed the content validity, interface design, learning strategies, and effectiveness of *e-Scramica* through a structured questionnaire. Findings from the literature review also indicate that the integration of a problem-based curriculum model can enhance students' understanding of programming concepts. Overall, the outcomes of this study are expected to contribute to the development of more effective instructional design through the integration of interactive visualization, gamification elements, and collaborative learning within *e-Scramica*, thereby helping students overcome challenges in programming.

Keywords:

Programming, Problem-Solving, Game-Based Learning, Problem-Centered Design, Constructivism

Pengenalan

Laporan *OECD Digital Economy Outlook* (2024) menjelaskan bahawa tenaga kerja global kini semakin bergantung kepada pakar teknologi maklumat dan komputer bagi membangunkan aplikasi serta menguruskan sistem digital. Menurut Laporan Tahunan Yayasan ASEAN (2023), sebanyak 80% pekerjaan baharu di Malaysia kini memerlukan kemahiran digital tahap tinggi. Namun, hampir 68.6% golongan muda tidak memiliki kemahiran digital lanjutan dan 48.3% hanya mempunyai kemahiran digital asas. Oleh itu, golongan muda perlu dilengkapi dengan kecekapan digital yang membolehkan mereka menggunakan teknologi secara berkesan bagi tujuan pembelajaran dan persediaan menghadapi dunia pekerjaan (OECD, 2024). Negara-negara maju di seluruh dunia turut mengintegrasikan pembelajaran pengaturcaraan dalam kurikulum sekolah rendah bagi memastikan murid bersedia menghadapi cabaran dunia digital (Buteau et al., 2024; Dagienè et al., 2024).

Di Malaysia, Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) telah mengintegrasikan elemen pengaturcaraan ke dalam kurikulum Reka Bentuk dan Teknologi (RBT) di peringkat sekolah rendah bagi memastikan murid bersedia menghadapi cabaran dunia digital (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2018). Walaupun inisiatif ini telah dilaksanakan, pembelajaran pengaturcaraan dalam kalangan murid sekolah rendah masih berdepan pelbagai cabaran, khususnya dari aspek kemahiran penyelesaian masalah (Harikrishnan et al., 2023). Justeru, kajian ini menilai pendekatan pembelajaran yang lebih berkesan bagi membantu murid mengatasi cabaran tersebut serta mencadangkan pembangunan platform e-Scramica yang mengintegrasikan pendekatan pembelajaran berasaskan permainan sebagai pendekatan inovatif.

Penyataan Masalah

Penguasaan kemahiran pengaturcaraan sejak peringkat awal bukan sahaja memperkukuh kemahiran penyelesaian masalah, malah mempersiapkan generasi muda bagi memenuhi keperluan tenaga kerja masa hadapan dalam ekonomi digital (*World Economic Forum*, 2020). Namun, laporan PISA yang diterbitkan oleh Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan (BPPDP) menjangkakan hanya 1.8% murid Malaysia akan menceburi profesion yang berkaitan dengan bidang ini pada masa hadapan (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2023).

Hal ini disokong oleh laporan *World Bank* (2024) yang menunjukkan bahawa hampir 36% murid Tahun 5 di Malaysia tidak memiliki kecekapan penyelesaian masalah yang setara dengan tahap umur mereka, sekali gus menjejaskan pemahaman konsep pengaturcaraan. Kajian terdahulu turut membuktikan bahawa murid yang memperoleh skor penyelesaian masalah melebihi 85 mencatatkan purata markah sebanyak 78% dalam ujian pengaturcaraan (Georgieva, 2023). Walau bagaimanapun, kajian oleh Goh (2024) menunjukkan bahawa hanya 36% murid mencapai tahap kecekapan dalam pengaturcaraan yang diperkenalkan dalam kurikulum RBT, sekali gus menunjukkan keperluan untuk menilai semula kaedah pengajaran sedia ada. Selain itu, pengajaran pengaturcaraan yang terlalu bergantung pada buku teks menyebabkan kurangnya variasi dalam kaedah dan aktiviti pembelajaran (Jonathan & How, 2024), seterusnya tidak mampu mendorong murid untuk meningkatkan kemahiran penyelesaian masalah mereka.

Sehubungan itu, wujud keperluan mendesak bagi memperkenalkan pendekatan pembelajaran pengaturcaraan yang lebih inovatif dan menarik di sekolah rendah. Kajian ini mencadangkan pembangunan laman web e-Scramica yang dibangunkan secara komprehensif melalui platform Google Sites dengan mengintegrasikan pembelajaran berasaskan masalah. Pendekatan ini dijangka dapat meningkatkan kemahiran penyelesaian masalah dalam kalangan murid sekolah rendah bagi memperkukuh pembelajaran pengaturcaraan.

Tinjauan Literatur

Teori Konstruktivisme Kognitif Piaget

Teori Konstruktivisme Kognitif yang dikemukakan oleh Piaget menekankan pembinaan pemahaman murid melalui asimilasi dan akomodasi yang menjadikan pembelajaran lebih bermakna dan reflektif (Sukinawan & Haq, 2024). Melalui penerapan teori ini, murid dapat terlibat secara aktif dalam pembelajaran melalui pengalaman dan interaksi sosial yang mendorong perkembangan kemahiran menyelesaikan masalah secara mendalam serta kreatif

(Erawati & Adnyana, 2024). Kajian menunjukkan bahawa 85% murid berupaya mengaitkan pengetahuan baharu dengan pengalaman sedia ada, sekali gus meningkatkan kefahaman terhadap konsep pengaturcaraan (Hutauruk & Kembaren, 2024).

Selain itu, keupayaan murid mengenal pasti kesilapan, menganalisis punca serta membangunkan penyelesaian secara logik dan sistematik memainkan peranan penting dalam meningkatkan prestasi pengaturcaraan. Kajian turut mendapati bahawa 64% prestasi pembelajaran pengaturcaraan dipengaruhi oleh kebolehan menyelesaikan masalah kompleks (Daungcharone et al., 2024; Bubnic et al., 2024). Kemahiran ini bukan sahaja meningkatkan pemahaman konseptual murid terhadap pengaturcaraan, malah turut membentuk pemikiran logik, kreativiti serta daya tahan dalam menghadapi cabaran pembelajaran yang kompleks (Effendi et al., 2022; Talib et al., 2025; Nasir Nayan et al., 2023).

Model Kurikulum Berasaskan Masalah

Model Kurikulum Berasaskan Masalah berpotensi besar dalam meningkatkan kemahiran penyelesaian masalah murid, khususnya dalam konteks pembelajaran pengaturcaraan. Melalui gabungan aspek teori dan amali, model ini membolehkan murid menganalisis, merancang serta menyelesaikan masalah pengaturcaraan dengan lebih berkesan, sekali gus mempersiapkan mereka menghadapi cabaran dunia sebenar pada masa hadapan (Tsai et al., 2023; Waskito et al., 2024). Kajian oleh Purwanti dan Purnomo (2024) menunjukkan bahawa 80% murid melaporkan peningkatan dalam tahap keterlibatan dan kefahaman terhadap konsep pengaturcaraan selepas mengikuti pendekatan berasaskan masalah.

Salah satu komponen utama dalam model kurikulum ini ialah pembelajaran berasaskan permainan yang menggalakkan murid terlibat secara aktif dan kolaboratif dalam menyelesaikan masalah pengaturcaraan (Nasir Nayan et al., 2023). Kajian oleh Cahyaningsih dan Santosa (2024) mendapati bahawa aktiviti seperti teka-teki pengekodan dan projek dunia sebenar yang menuntut pemikiran logik serta kreativiti mampu meningkatkan penglibatan aktif murid dalam proses pembelajaran. Menurut dapatan penyelidikan lain, pendekatan berasaskan permainan ini turut memperkukuh penglibatan murid secara berterusan, sekali gus meningkatkan kemahiran penyelesaian masalah mereka (Kiron et al., 2024). Selain itu, kajian oleh Rattanakha dan Chatwattana (2023) menunjukkan bahawa pembelajaran berasaskan permainan dalam talian meningkatkan kemahiran penyelesaian masalah pengaturcaraan secara signifikan, dengan penilaian keberkesanan keseluruhan sebanyak 4.74 daripada 5.00.

Model Penjajaran Konstruktif

Pembelajaran pengaturcaraan yang berkesan memerlukan reka bentuk instruksional yang sejajar dengan Model Penjajaran Konstruktif yang diperkenalkan oleh Biggs, bagi memastikan hasil pembelajaran selaras dengan kaedah pengajaran serta strategi penilaian yang digunakan (Krasniqi et al., 2023). Kajian oleh Krasniqi et al. (2023) menunjukkan bahawa reka bentuk pengajaran yang menjajarkan objektif pembelajaran, kandungan dan penilaian dapat meningkatkan kemahiran pengaturcaraan serta keupayaan penyelesaian masalah murid. Dapatan kajian turut menunjukkan bahawa 91.7% murid mengakui kesan positif hasil daripada penjajaran elemen-elemen tersebut dalam proses pembelajaran. Selain itu, Rahman et al. (2023) mendapati bahawa murid yang menjalani proses pembelajaran secara berperingkat bermula dengan tugas asas sebelum beralih kepada tugas yang lebih terbuka dan kreatif menunjukkan peningkatan ketara dalam kemahiran penyelesaian masalah. Sebanyak 75% murid dilaporkan mampu menyelesaikan masalah kompleks selepas mengikuti pendekatan

pembelajaran yang berstruktur dan sejajar dengan hasil pembelajaran yang ditetapkan (Hutauruk & Kembaren, 2024).

Kerangka Model ADDIE

Model ADDIE merupakan satu kerangka reka bentuk instruksional yang teratur dan sistematik, digunakan secara meluas dalam pembangunan bahan dan laman web pembelajaran. Model ini terdiri daripada lima fasa utama iaitu analisis, reka bentuk, pembangunan, pelaksanaan dan penilaian. Setiap fasa dalam model ini berfungsi secara bersepadu untuk memastikan pengalaman pembelajaran yang efektif, relevan dan disesuaikan dengan keperluan serta tahap kebolehan murid (Adeoye et al., 2024; Pribadi & Chung, 2023).

Dalam pembangunan laman web pembelajaran, model ini berperanan penting dalam mengenal pasti keperluan pengguna serta menyesuaikan kandungan berdasarkan hasil analisis awal (Hani et al., 2024). Pada fasa reka bentuk, penekanan diberikan kepada pemilihan alat, kaedah dan strategi yang sesuai bagi meningkatkan interaktiviti serta penglibatan pengguna, yang merupakan elemen kritikal dalam pembelajaran dalam talian (Firmasari et al., 2024). Pelaksanaan elemen interaktif bukan sahaja membantu pengguna mencapai objektif pembelajaran dengan lebih berkesan, malah turut meningkatkan motivasi dan pengalaman pembelajaran mereka (Chang & Abidin, 2024). Akhirnya, fasa penilaian berfungsi sebagai mekanisme maklum balas untuk menambah baik proses pembangunan pada masa hadapan (Suratnu, 2023).

Konseptual Idea Inovasi e-Scramica

Prinsip dan Strategi Reka Bentuk Instruksional

e-Scramica membolehkan murid meneroka konsep asas pengaturcaraan melalui medium komik digital, mengukuhkan kefahaman melalui latihan interaktif Wordwall, berkolaborasi dalam platform *Telegram* dan *Facebook*, serta menerapkan pengetahuan tersebut dalam projek akhir menggunakan *Google Form*. Pendekatan ini mewujudkan pengalaman pembelajaran yang aktif, kolaboratif dan berorientasikan penyelesaian masalah.

Selaras dengan Model Penjajaran Konstruktif Biggs (2014), reka bentuk e-Scramica memastikan aktiviti pembelajaran, kandungan dan penilaian disepadukan secara sistematik bagi menyokong pencapaian kemahiran penyelesaian masalah dalam pengaturcaraan. Komik digital berperanan membantu murid memahami konsep asas secara visual, manakala kuiz interaktif *Wordwall* mengukuhkan kefahaman melalui maklum balas serta-merta. Seterusnya, perbincangan dalam *Telegram* dan *Facebook* berfungsi sebagai ruang refleksi dan pertukaran idea, selaras dengan prinsip Konstruktivisme Kognitif yang menekankan pembelajaran melalui asimilasi dan akomodasi pengetahuan baharu.

Motivasi murid turut ditingkatkan melalui penerapan elemen gamifikasi seperti lencana pencapaian dan papan markah, yang berfungsi sebagai pemangkin motivasi intrinsik. Murid akan menerima lencana digital apabila berjaya menyelesaikan aktiviti dalam *Wordwall* dan projek akhir, sekali gus mewujudkan persaingan sihat dan meningkatkan komitmen terhadap tugas pembelajaran. Kajian terdahulu menunjukkan bahawa penggunaan elemen visual dan interaktif seperti komik digital serta gamifikasi dapat meningkatkan motivasi dan membantu murid mengaplikasikan konsep pengaturcaraan dengan lebih berkesan (Costa, 2023; Mellado & Cubillos, 2024; Rodríguez & Cecchi, 2024).

Aplikasi Model ADDIE

Model ADDIE digunakan dalam pembangunan e-Scramica bagi memastikan proses pembelajaran yang berstruktur, berorientasikan penyelesaian masalah dan berkesan dalam meningkatkan kemahiran pengaturcaraan murid sekolah rendah. Dalam fasa analisis, keperluan pembelajaran dikenal pasti berdasarkan cabaran yang dihadapi oleh murid dalam memahami konsep asas pengaturcaraan. Seterusnya, fasa reka bentuk menyusun aktiviti pembelajaran berpandukan Model Penjajaran Konstruktif oleh Biggs (2014) bagi memastikan keselarasan antara objektif pembelajaran, kandungan, dan strategi penilaian.

Dalam fasa pembangunan dan pelaksanaan, pelbagai bahan interaktif diintegrasikan, termasuk komik digital, latihan Wordwall, dan projek akhir yang disertakan dengan elemen gamifikasi seperti lencana pencapaian dan leaderboard bagi meningkatkan motivasi murid. Akhir sekali, fasa penilaian dilaksanakan melalui maklum balas daripada pakar pelbagai bidang bagi menilai kesahan kandungan, reka bentuk antara muka, serta keberkesanan strategi pembelajaran dalam menyokong pembangunan kemahiran penyelesaian masalah. Setelah penilaian pakar selesai, e-Scramica diuji kepada kumpulan murid bagi menilai keberkesanan keseluruhan modul.

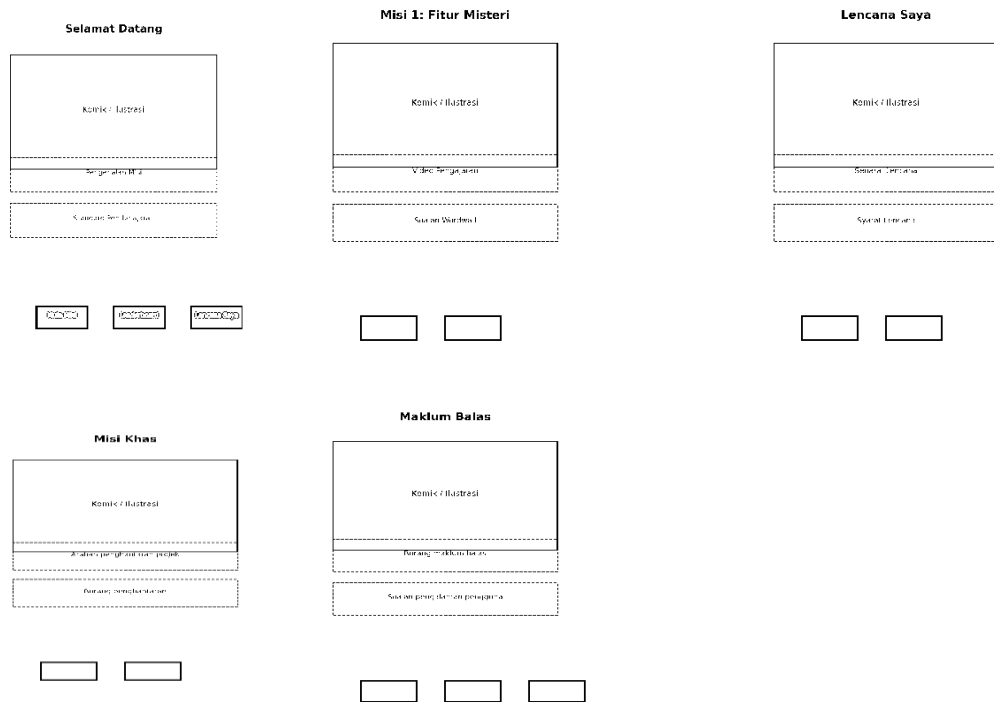
Reka Bentuk Papan Cerita

Papan Cerita e-Scramica

Papan cerita digunakan sebagai alat visual untuk memetakan struktur kandungan serta pengalaman pembelajaran dalam e-Scramica. Berdasarkan prinsip analisis Model ADDIE, papan cerita ini direka bentuk bagi memenuhi hasil pembelajaran yang telah dikenal pasti melalui Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP), bagi memastikan setiap elemen e-Scramica menyokong objektif pembelajaran yang ditetapkan.

Papan cerita e-Scramica terdiri daripada 11 panel utama yang mewakili setiap bahagian kandungan dalam laman e-Scramica. Papan cerita ini merangkumi reka bentuk laman web pembelajaran interaktif yang berkonsepkan misi bertema ejen rahsia, bertujuan memperkenalkan konsep asas pengaturcaraan menggunakan perisian *Scratch*. Laman pembelajaran dimulakan dengan halaman utama yang memaparkan pengenalan dalam bentuk komik animasi, sebelum murid dibimbing untuk menyelesaikan empat misi pembelajaran interaktif, masing-masing dilengkapi dengan animasi dan kuiz *Wordwall* yang berkaitan.

Selain itu, laman e-Scramica turut menyediakan pelbagai ciri tambahan seperti Carta Ulung (*leaderboard*), koleksi lencana pencapaian, ruang projek *Scratch* dan borang maklum balas bagi meningkatkan penglibatan dan motivasi murid. Keseluruhan pengalaman pembelajaran disusun secara progresif, dengan reka bentuk navigasi mesra pengguna serta pendekatan berpusatkan murid. Rajah 1 menunjukkan lima contoh papan cerita yang dilakar semasa proses pembangunan e-Scramica.



Rajah 1: Papan Cerita Beberapa Halaman e-Scramica

Pembangunan Alat Teknologi

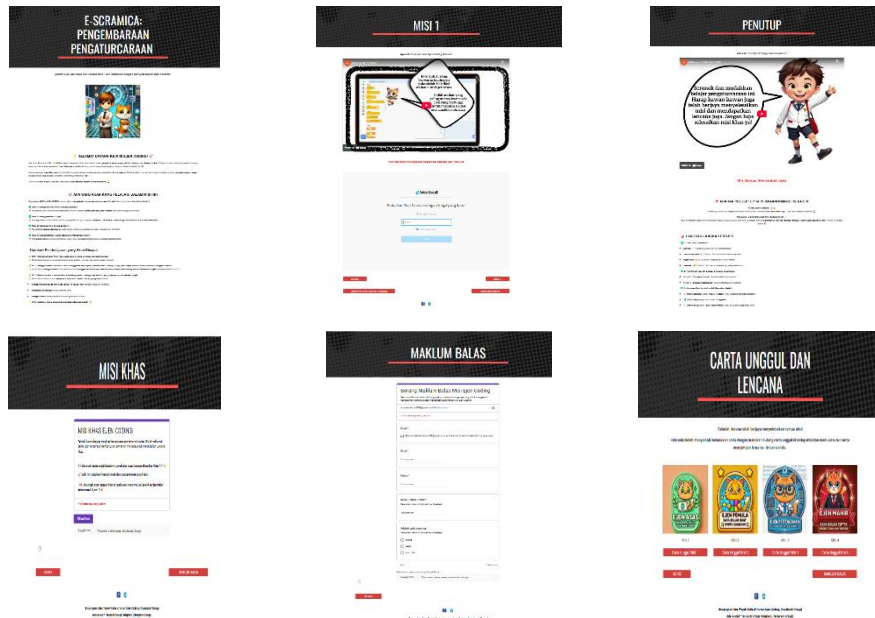
Alat Pengajaran Digital e-Scramica

e-Scramica merupakan gabungan tiga komponen utama, iaitu *Scratch*, gamifikasi, dan komik digital. *Scratch* merujuk kepada aplikasi pengaturcaraan yang digunakan dalam proses pembelajaran, manakala gamifikasi ialah pendekatan pembelajaran berasaskan elemen permainan yang bertujuan meningkatkan penglibatan dan motivasi murid. Komponen komik digital pula berfungsi untuk menyampaikan kandungan pembelajaran dalam bentuk visual dan naratif yang menarik.

e-Scramica dibangunkan sebagai laman web pembelajaran digital menggunakan platform Google Sites, dengan objektif utama untuk meningkatkan kemahiran penyelesaian masalah dalam kalangan murid Tahun 4 sekolah rendah. Pembangunan laman ini berpandukan Standard Kandungan 6.2: Pembangunan Kod Arahan yang terkandung dalam Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Reka Bentuk dan Teknologi (RBT). Selain itu, reka bentuk e-Scramica juga disusun mengikut Model Penjajaran Konstruktif Biggs (2014) bagi memastikan integrasi yang koheren antara hasil pembelajaran, kandungan, aktiviti, dan strategi penilaian.

Elemen utama e-Scramica merangkumi pembelajaran berasaskan misi, aktiviti kuiz pelbagai format, serta penilaian khas yang memberi peluang kepada murid membina aplikasi permainan mereka sendiri. Selain itu, platform ini turut menekankan pembelajaran kolaboratif melalui penggunaan saluran komunikasi seperti *Telegram* dan *Facebook*, bagi menggalakkan interaksi sosial dan perkongsian idea dalam kalangan murid.

Pendekatan holistik ini turut mengintegrasikan elemen pembelajaran abad ke-21 (PAK-21) untuk memastikan pengalaman pembelajaran yang interaktif, menyenangkan, dan relevan dengan keperluan semasa. Struktur e-Scramica ditunjukkan dalam Rajah 2, dan laman ini boleh diakses melalui pautan berikut: <https://sites.google.com/view/e-scramica/home>



Rajah 2: Antaramuka Beberapa Laman e-Scramica

Hasil Pembelajaran

Hasil pembelajaran e-Scramica dirumuskan berdasarkan Standard Pembelajaran dalam Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Reka Bentuk dan Teknologi (RBT). Pada akhir sesi pembelajaran menggunakan e-Scramica, murid diharapkan dapat:

- 1) Mengenal pasti fitur-fitur utama pada antara muka perisian pengaturcaraan *Scratch*.
- 2) Memasukkan dialog, bunyi, dan objek baharu serta menggerakkan objek menggunakan perisian pengaturcaraan *Scratch*.
- 3) Menghasilkan satu kod arahan atur cara dengan menggunakan fitur-fitur yang terdapat dalam perisian *Scratch*.
- 4) Membangunkan satu atur cara baharu secara kreatif dan berfungsi.

Kandungan Pembelajaran

Kandungan pembelajaran e-Scramica dibangunkan dalam bentuk komik digital yang menggabungkan unsur penceritaan interaktif melalui dua watak utama, iaitu seekor kucing bernama Tuan Whiskers dan seorang murid lelaki bernama Aiman. Penceritaan ini direka bagi menyokong pembelajaran berasaskan masalah (*problem-based learning*) melalui empat misi utama yang perlu diselesaikan oleh watak Aiman.

- 1) Misi 1: Tuan Whiskers memperkenalkan kepada Aiman tentang pelbagai fitur yang terdapat dalam perisian pengaturcaraan *Scratch* serta fungsi setiap fitur tersebut.
- 2) Misi 2: Tuan Whiskers tidak dapat bergerak, dan Aiman perlu membina kod atur cara dalam *Scratch* bagi membolehkan Tuan Whiskers bergerak sejauh 10 langkah dan berpusing.

- 3) Misi 3: Tuan Whiskers tidak dapat bersuara, dan Aiman perlu menghasilkan kod atur cara *Scratch* untuk membantu Tuan Whiskers mengeluarkan dialog serta menghasilkan bunyi.
- 4) Misi 4: Tuan Whiskers berasa bosan, dan Aiman perlu menambah objek baharu serta menggabungkan kod atur cara bagi pergerakan, dialog, dan bunyi supaya interaksi antara Tuan Whiskers dan objek baharu tersebut menjadi lebih dinamik.

Melalui pendekatan berasaskan misi ini, murid bukan sahaja berpeluang mempelajari konsep asas pengaturcaraan secara berperingkat, tetapi juga membina kemahiran penyelesaian masalah dan pemikiran komputasional dalam konteks pembelajaran yang menyeronokkan.

Aktiviti Pembelajaran

Aktiviti pembelajaran dalam e-Scramica disediakan menggunakan aplikasi *Wordwall*, yang dijalankan oleh murid selepas menamatkan komik digital bagi setiap misi. Walaupun semua aktiviti dirancang untuk menyokong pemahaman terhadap konsep pengaturcaraan, setiap misi menampilkan bentuk aktiviti yang berbeza mengikut objektif pembelajaran masing-masing, iaitu:

- 1) Misi 1: Memadankan fitur-fitur dalam *Scratch* dengan fungsi yang betul.
- 2) Misi 2: Melengkapkan blok kod atur cara *Scratch* bagi menghasilkan pergerakan dan tindakan yang spesifik.
- 3) Misi 3: Menyelesaikan misi dengan menjawab soalan kuiz interaktif berasaskan situasi dalam komik.
- 4) Misi 4: “Mengalahkan kod ralat” dengan mengenal pasti dan membetulkan kod arahan yang salah.

Selain aktiviti individu, murid juga digalakkan untuk berinteraksi dan berkongsi pandangan bersama rakan melalui platform *Telegram* dan *Facebook* yang disediakan, bagi menggalakkan pembelajaran kolaboratif serta pengukuhan konsep pengaturcaraan secara sosial.

Penilaian Pembelajaran

Pada akhir misi pembelajaran, murid diberikan tugas untuk membangunkan projek permainan mini menggunakan kod atur cara dalam perisian *Scratch*. Projek akhir ini berfungsi sebagai penilaian sumatif yang bertujuan merumus serta merefleksi semula keseluruhan pembelajaran yang telah dilalui. Tugas ini juga dirancang untuk menggalakkan murid mengaplikasikan kemahiran pengaturcaraan yang dipelajari dalam situasi baharu, sekali gus memperkukuh kemahiran penyelesaian masalah dan pemikiran komputasional mereka secara mendalam.

Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah untuk menilai reka bentuk instruksional e-Scramica dalam usaha menambah baik kemahiran penyelesaian masalah murid sekolah rendah dalam bidang pengaturcaraan. Penilaian ini dilaksanakan dengan memperoleh skor dan maklum balas daripada pakar berdasarkan aspek kesahan kandungan, reka bentuk antara muka, strategi pembelajaran, serta keberkesanan e-Scramica dalam membantu murid meningkatkan kemahiran penyelesaian masalah pengaturcaraan. Sehubungan itu, kajian ini bertujuan untuk menjawab persoalan berikut:

- 1) Apakah nilai Korelasi Antara Kelas (*Intra-Class Correlation*, ICC) bagi reka bentuk e-Scramica berdasarkan penilaian pakar?
- 2) Apakah pandangan pakar terhadap inovasi pengajaran yang diterapkan dalam e-Scramica?

Metodologi

Reka Bentuk Kaedah Campuran (Mixed-Method Design)

Kajian ini menggunakan Reka Bentuk Jujukan Penjelasan (*Explanatory Sequential Mixed Methods Design*) berdasarkan garis panduan yang dikemukakan oleh Creswell dan Creswell (2018). Reka bentuk ini melibatkan dua fasa utama yang dijalankan secara berturutan, iaitu fasa kuantitatif diikuti oleh fasa kualitatif. Pada peringkat awal, data kuantitatif dikumpul dan dianalisis, kemudian dapatan tersebut dijelaskan serta diperincikan melalui analisis data kualitatif.

Pendekatan ini dipilih bagi memanfaatkan dapatan kualitatif untuk memperkukuh dan menjelaskan penemuan awal yang diperoleh daripada data kuantitatif. Dalam fasa pertama, data kuantitatif diperoleh menggunakan soal selidik berstruktur yang diadaptasi daripada Mahadzir et al. (2024), Marlina et al. (2021), dan Armstrong dan Gale (2017). Instrumen ini direka bentuk untuk menilai reka bentuk maklumat, reka bentuk interaksi, dan reka bentuk persembahan e-Scramica. Setiap pakar diminta memberikan penilaian komprehensif pada skala Likert 1 hingga 10, bagi menilai keberkesanan dan kesesuaian setiap aspek e-Scramica.

Fasa kedua melibatkan pengumpulan data kualitatif melalui temu bual separa berstruktur bersama pakar. Pendekatan ini, menurut Creswell dan Creswell (2018), membolehkan penyelidik menjelaskan dan menambah pemahaman terhadap dapatan kuantitatif dengan maklumat naratif yang lebih mendalam. Oleh itu, temu bual dijalankan untuk mendapatkan pandangan pakar terhadap kekuatan dan aspek penambahbaikan e-Scramica, di samping memberikan konteks terhadap hasil kuantitatif. Data kualitatif ini turut memberi gambaran mendalam mengenai reka bentuk instruksional, kualiti kandungan, serta keberkesanan penglibatan murid dalam e-Scramica.

Sampel Kajian

Kajian ini menggunakan persampelan bertujuan (*purposive sampling*) dengan melibatkan pakar yang mempunyai kepakaran dalam bidang berkaitan bagi memastikan pandangan yang diperoleh bersifat menyeluruh dan sahih. Menurut Creswell dan Creswell (2018), persampelan bertujuan digunakan untuk memilih individu yang dapat memberikan maklumat paling bermakna dan relevan bagi menjawab persoalan kajian.

Oleh itu, kajian ini memilih pakar berdasarkan bidang kepakaran khusus mereka dalam Pendidikan Sains Komputer, Teknologi Pendidikan, Reka Bentuk Pembelajaran Digital, Pengajaran dan Pembelajaran dalam Talian, serta kandungan mata pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi (RBT). Pemilihan ini turut mengambil kira pengalaman profesional antara 11 hingga 20 tahun, serta kepelbagaian jawatan dan peranan seperti Pensyarah Kanan, Penolong Pengarah TVET, Penolong Pegawai Pendidikan Daerah (PPD), Guru Cemerlang dan Guru Penyelaras ICT. Pendekatan ini memastikan kepelbagaian perspektif profesional yang relevan dapat diperoleh sekali gus memperkukuh kredibiliti dan kesahan dapatan kajian (Creswell & Creswell, 2018).

Prosedur Kajian

Seramai tujuh orang pakar telah dilantik secara rasmi melalui surat lantikan sebelum sesi penilaian dijalankan. Semua pakar menandatangani borang persetujuan penyertaan yang menyatakan bahawa maklumat yang diberikan hanya akan digunakan untuk tujuan penyelidikan.

Sesi penilaian dijalankan secara bersemuka dan atas talian melalui *Google Meet* pada tarikh yang dipersetujui. Sesi dimulakan dengan penerangan tentang objektif kajian, diikuti dengan demonstrasi e-Scramica, sebelum para pakar memberikan penilaian terhadap setiap item konstruk dalam borang soal selidik. Soal selidik berstruktur ini bertujuan mendapatkan maklum balas sistematik dan tersusun berkaitan kesahan reka bentuk serta keberkesanan e-Scramica (Creswell & Creswell, 2018).

Bagi komponen kualitatif, sesi temu bual individu dijalankan selama 15 hingga 30 minit. Setiap sesi dirakam, ditranskrip dan dianalisis secara tematik berdasarkan panduan Braun dan Clarke (2012) bagi mengenal pasti pandangan serta cadangan pakar untuk penambahbaikan e-Scramica.

Instrumen Kajian

Instrumen soal selidik yang digunakan dalam fasa kuantitatif telah diadaptasi daripada Mahadzir et al. (2024), Marlina et al. (2021), dan Armstrong dan Gale (2017). Instrumen ini menilai tiga aspek utama iaitu reka bentuk maklumat, reka bentuk interaksi, dan reka bentuk persembahan. Ia menggunakan skala 1 (sangat lemah) hingga 10 (sangat cemerlang) dan mengandungi 17 item yang dibahagikan kepada empat bahagian utama, iaitu:

- 1) Kesahan kandungan,
- 2) Reka bentuk antara muka,
- 3) Strategi pembelajaran, dan
- 4) Kemahiran penyelesaian masalah.

Bagi komponen kualitatif, protokol temu bual separa berstruktur dibina untuk mendapatkan maklum balas terperinci berkaitan kesepadanan kandungan, penjajaran aktiviti pembelajaran dengan matlamat pendidikan, kebolehgunaan (*usability*), kebolehcapaian (*accessibility*) serta cadangan penambahbaikan. Pendekatan ini membolehkan penerokaan mendalam terhadap perspektif pakar sambil mengekalkan konsistensi soalan (Creswell & Creswell, 2018).

Analisis Data

Analisis data dijalankan menggunakan kaedah kuantitatif dan kualitatif bagi mendapatkan penilaian yang menyeluruh terhadap e-Scramica. Data kuantitatif dianalisis menggunakan Korelasi Antara Kelas (*Intra-Class Correlation*, ICC) bagi menilai tahap persetujuan antara pakar terhadap aspek reka bentuk dan keberkesanan e-Scramica. Analisis ini menilai kebolehpercayaan (*reliability*) keputusan berdasarkan kesepakatan pakar. Sementara itu, data kualitatif daripada temu bual dianalisis secara tematik berpandukan Braun dan Clarke (2012) melalui empat langkah utama:

- 1) Transkripsi verbatim temu bual,
- 2) Terjemahan hasil transkripsi (jika perlu),
- 3) Pengkodan bagi mengenal pasti tema dan pola utama, dan
- 4) Penganalisisan tema untuk menentukan isu dan cadangan yang berulang.

Gabungan kedua-dua kaedah ini membolehkan penilaian triangulatif yang mantap, mengintegrasikan data numerik dan naratif, serta memberikan gambaran holistik terhadap keberkesanan reka bentuk instruksional e-Scramica (Creswell & Creswell, 2018).

Dapatan Kajian

Dapatan Kuantitatif

Jadual 1 menunjukkan profil tujuh orang pakar ($n=7$) yang terlibat dalam kajian ini. Kesemua pakar mempunyai pengalaman mengajar melebihi 10 tahun, dengan latar belakang kepakaran yang pelbagai. Daripada jumlah tersebut, empat orang pakar mempunyai pengalaman langsung dalam pengajaran pengaturcaraan, termasuk dalam bidang Pendidikan Sains Komputer, Reka Bentuk Pembelajaran Digital, dan mata pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi (RBT). Sementara itu, tiga orang pakar lain memiliki kepakaran khusus dalam bidang Teknologi Pendidikan, merangkumi jawatan seperti Penolong Pengarah (TVET), Penolong Pegawai Pendidikan Daerah (Unit STEM/USTP), dan Pensyarah Kanan di institusi pengajian tinggi.

Secara keseluruhan, kumpulan pakar ini terdiri daripada pelbagai peranan dalam ekosistem pendidikan, termasuk Pensyarah Kanan, Penolong Pengarah, Penolong PPD, Ketua Panitia, Guru Cemerlang, dan Guru Penyelaras ICT. Kepelbagaian jawatan serta pengalaman profesional ini memberikan pandangan menyeluruh dan berwibawa terhadap reka bentuk serta keberkesanan instruksional e-Scramica. Kombinasi antara pengalaman praktikal di peringkat sekolah dan kepakaran teknikal di peringkat pentadbiran serta akademik menjadikan panel ini berupaya memberikan penilaian yang komprehensif dan berasaskan konteks sebenar pengajaran digital di sekolah rendah.

Jadual 1: Profil Pakar

Pakar bidang	Umur	Jantina	Bidang Kepakaran	Pengalaman (tahun)	Jawatan
Pakar 1	43	Perempuan	Pendidikan Sains Komputer	15	Pensyarah Kanan
Pakar 2	45	Perempuan	Teknologi Pendidikan	15	Pensyarah Kanan
Pakar 3	42	Perempuan	Teknologi Pendidikan	12	Penolong Pengarah (TVET)
Pakar 4	50	Perempuan	Teknologi Pendidikan	20	Penolong PPD (USTP)
Pakar 5	40	Lelaki	Reka Bentuk Pembelajaran Digital	11	Guru Cemerlang/Ketua Panitia RBT
Pakar 6	43	Lelaki	Pengajaran&Pembelajaran dalam Talian	16	Guru Penyelaras ICT/Guru RBT
Pakar 7	40	Perempuan	Mata Pelajaran RBT	16	Guru RBT

Jadual 2 menunjukkan hasil analisis kebolehpercayaan menggunakan pekali *Cronbach's Alpha* bagi keseluruhan instrumen serta setiap konstruk yang dinilai dalam kajian ini. Nilai kebolehpercayaan keseluruhan instrumen adalah sangat tinggi ($\alpha = .98$), menandakan item-item yang digunakan mempunyai konsistensi dalaman yang cemerlang (Creswell & Creswell, 2018). Bagi setiap konstruk, nilai kebolehpercayaan juga menunjukkan tahap yang tinggi, iaitu:

Konstruk 1 (kesahan kandungan, $\alpha = .94$), Konstruk 2 (reka bentuk antaramuka, $\alpha = .98$), Konstruk 3 (strategi pembelajaran, $\alpha = .97$) dan Konstruk 4 (kemahiran menyelesaikan masalah, $\alpha = .91$). Menurut Creswell dan Creswell (2018), nilai *Cronbach's Alpha* melebihi .70 dianggap menunjukkan tahap kebolehpercayaan yang baik bagi sesuatu instrumen penyelidikan. Oleh itu, dapatan ini membuktikan bahawa instrumen penilaian e-Scramica mempunyai tahap kebolehpercayaan yang tinggi dan sesuai digunakan untuk mengukur secara konsisten aspek-aspek yang dinilai dalam reka bentuk serta keberkesanan instruksional e-Scramica.

Jadual 2: Statistik Kebolehpercayaan untuk Setiap Konstruk

Konstruk	Cronbach's Alpha	N of items
Keseluruhan instrumen penilaian	.98	17
Konstruk 1: Kesahan kandungan	.94	4
Konstruk 2: Reka bentuk antaramuka	.98	5
Konstruk 3: Strategi pembelajaran	.97	4
Konstruk 4: Kemahiran menyelesaikan masalah	.91	4

Jadual 3 mempersembahkan hasil analisis Korelasi Antara Kelas (*Intra-Class Correlation*, ICC) yang digunakan untuk menilai tahap kesepakatan antara penilai (pakar) terhadap keempat-empat konstruk dalam kajian ini. Menurut Creswell dan Creswell (2018), ICC merupakan kaedah statistik yang sesuai untuk menentukan konsistensi dan kesepakatan antara penilai dalam menilai instrumen penyelidikan.

Berdasarkan keputusan analisis, konstruk Kesahan Kandungan mencatatkan nilai ICC (*single measures*) sebanyak .781 dengan julat keyakinan 95% (.483, .951), manakala *average measures* menunjukkan nilai .935 (.789, .987), disokong oleh ujian signifikan $F(6,18) = 15.273$, $p < .001$. Konstruk Reka Bentuk Antaramuka memperoleh nilai ICC tertinggi dengan *single measures* .921 (.790, .984) dan *average measures* .983 (.949, .997) ($F(6,24) = 59.200$, $p < .001$), menunjukkan kesepakatan yang hampir sempurna antara pakar. Bagi konstruk Strategi Pembelajaran, nilai ICC (*single measures*) ialah .884 (.687, .976), manakala *average measures* mencatatkan .968 (.898, .994) ($F(6,18) = 31.435$, $p < .001$). Sementara itu, konstruk Kemahiran Menyelesaikan Masalah menunjukkan nilai ICC (*single measures*) sebanyak .718 (.382, .935) dan *average measures* .911 (.712, .983), juga signifikan dengan $F(6,18) = 11.182$, $p < .001$.

Secara keseluruhannya, hasil analisis ini menunjukkan bahawa tahap kesepakatan antara penilai bagi semua konstruk berada pada tahap tinggi hingga sangat tinggi, selaras dengan interpretasi umum yang dicadangkan oleh Koo dan Li (2016). Dapatan ini sekali gus menyokong kebolehpercayaan dan kesahan instrumen penilaian e-Scramica, serta mengesahkan ketekalan penilaian pakar terhadap reka bentuk instruksional yang dibangunkan (Creswell & Creswell, 2018; Koo & Li, 2016).

Jadual 3: Nilai Korelasi Antara Kelas (ICC) Berdasarkan Konstruk Kriteria

Konstruk	Intraclass correlation b	95% CI		F test with true value 0			
		Lower bound	Upper bound	Value	df1	df2	Sig.
Konstruk 1: Kesahan Kandungan							
Single measures	.781	.483	.951	15.273	6	18	<.001
Average measurer	.935	.789	.987	15.273	6	18	<.001
Konstruk 2: Reka Bentuk Antaramuka							
Single measures	.921	.790	.984	59.200	6	24	<.001
Average measurer	.983	.949	.997	59.200	6	24	<.001
Konstruk 3: Strategi Pembelajaran							
Single measures	.884	.687	.976	31.435	6	18	<.001
Average measurer	.968	.898	.994	31.435	6	18	<.001
Konstruk 4: Kemahiran Menyelesai Masalah							
Single measures	.718	.382	.935	11.182	6	18	<.001
Average measurer	.911	.712	.983	11.182	6	18	<.001

Dapatan Kualitatif

Secara keseluruhannya, maklum balas kualitatif daripada tujuh orang pakar menunjukkan penerimaan yang sangat positif terhadap e-Scramica sebagai bahan bantu mengajar pengaturcaraan di peringkat sekolah rendah. Antara aspek utama yang diberi penekanan termasuk reka bentuk yang menarik, struktur navigasi yang mesra pengguna, penggunaan jalan cerita dan watak animasi, serta integrasi elemen interaktif seperti kuiz, lencana digital (*digital badges*), video tutorial dan sokongan komuniti melalui platform seperti *Facebook* dan *Telegram*.

Kesepadanan dan Keberkesanan Kandungan

Para pakar menilai bahawa kandungan e-Scramica selaras dengan kurikulum Reka Bentuk dan Teknologi (RBT) Tahun 4, serta sesuai dengan tahap kefahaman murid. Beberapa pakar menekankan kesesuaian bahan ini untuk mencapai hasil pembelajaran yang dihasratkan. Pakar 2 menyatakan, “*Isi kandungan lengkap, terkini dan relevan untuk pengguna sasaran.*” . Manakala pakar 5 pula menyatakan: “*Ia amatlah memenuhi standard kandungan dan standard pembelajaran yang ditetapkan.*” Selain itu, Pakar 4 menyokong kesesuaian kandungan ini dengan menyatakan: “*Pengaturcaraan telah pun terdapat dalam kandungan kurikulum Tahun 4 dan ianya menjadi satu permulaan untuk murid Tahun 4 mempelajarinya.*” dan pakar 1 menyokong dengan menyatakan: “*e-Scramica sesuai digunakan dalam pengajaran dan pembelajaran pengaturcaraan di Tahun 4.*”

Dapatan ini secara keseluruhan menyokong kesahan kandungan modul dan menunjukkan bahawa e-Scramica mempunyai asas pedagogi yang kukuh serta relevan dengan keperluan semasa pendidikan RBT di sekolah rendah.

Kebolegunaan dan Kebolehcapaian e-Scramica

Dari segi reka bentuk dan kebolegunaan, e-Scramica menerima maklum balas yang sangat positif kerana ia dianggap mesra pengguna, mudah dinavigasi, dan berupaya menarik minat murid melalui elemen visual yang ceria dan menyeronokkan. Pakar 2 menjelaskan bahawa, *“Paparan site yang menarik dan mesra pengguna. Struktur menu yang jelas dan navigasi yang mudah difahami.”* Aspek visual ini turut disokong oleh Pakar 4 yang menyatakan: *“Blok berwarna-warni menarik minat murid untuk belajar tentang coding buat kali pertama.”*

Majoriti pakar juga bersetuju bahawa susunan aktiviti berasaskan misi membantu murid memahami konsep pengaturcaraan secara berperingkat dan meningkatkan penglibatan mereka. Seperti yang dinyatakan oleh Pakar 3: *“Pendekatan ini sesuai kerana ia mengaplikasikan konsep pembelajaran menyeronokkan secara hands-on, yang dapat meningkatkan kefahaman murid.”* Tambahan pula, penilaian formatif melalui kuiz di akhir setiap misi diiktiraf sebagai elemen penting dalam mengukur kefahaman murid. Hal ini dinyatakan oleh Pakar 7: *“kuiz di akhir setiap misi membantu menguji pemahaman murid.”*

Keberkesanan Penyelesaian Masalah

Dalam kemahiran penyelesaian masalah, para pakar menilai e-Scramica sebagai berkesan dalam membantu murid memahami dan mengaplikasikan konsep asas pengaturcaraan melalui latihan berasaskan situasi dunia sebenar. Pakar 5 menyatakan bahawa: *“Latihan yang diberikan mempunyai elemen KBAT yang memandu murid menyelesaikan masalah. Modul ini juga membantu guru untuk menetapkan eviden pemberian tahap penguasaan murid.”* Selain itu, Pakar 4 menekankan bahawa e-Scramica merupakan satu permulaan yang baik bagi memperkenalkan pengaturcaraan kepada murid sekolah rendah, sejajar dengan kehendak kurikulum semasa. *“Pengaturcaraan telah pun terdapat dalam kandungan kurikulum Tahun 4 dan ini menjadi satu permulaan yang baik kepada murid.”*

Namun demikian, Pakar 7 menyuarakan kebimbangan berkaitan kebolehcapaian murid yang baru diperkenalkan kepada dunia pengaturcaraan: *“Untuk murid yang baharu, mereka mungkin menghadapi kesukaran menyelesaikan misi khas tanpa bimbingan tambahan.”* Kenyataan ini menunjukkan bahawa walaupun strategi pembelajaran e-Scramica efektif secara keseluruhan, sokongan tambahan masih diperlukan bagi membantu murid yang kurang berpengalaman dalam pengaturcaraan, terutamanya dalam aktiviti berbentuk misi yang lebih kompleks.

Cadangan untuk Penambahbaikan

Walaupun reka bentuk dan aktiviti pembelajaran dalam e-Scramica mendapat maklum balas yang positif, beberapa pakar telah mengemukakan cadangan penambahbaikan untuk meningkatkan keberkesanan dan daya tarikan platform ini. Antara aspek yang dicadangkan termasuk reka bentuk visual, struktur kandungan dan pengalaman pembelajaran interaktif.

Pakar 3 menyarankan: *“Grafik dan susun atur boleh diperkemaskan lagi, dan video tutorial yang lebih menarik diperlukan.”* Cadangan ini disokong oleh pakar 1 yang mencadangkan penambahan elemen interaktif dan sistem maklum balas serta-merta: *“Menambahkan lebih banyak latihan interaktif dan menyediakan maklum balas segera kepada murid.”* Cadangan-cadangan ini menunjukkan bahawa penyesuaian berterusan terhadap keperluan murid dan pendekatan visual yang dinamik amat penting dalam mengekalkan keberkesanan pembelajaran digital. Dengan penambahbaikan yang bersesuaian, e-Scramica berpotensi menjadi bahan

bantu mengajar yang lebih mesra pengguna, berimpak tinggi, dan mampu menyokong pembelajaran pengaturcaraan secara menyeronokkan dan berkesan.

Perbincangan

Kajian ini menilai keberkesanan e-Scramica sebagai platform pembelajaran pengaturcaraan untuk murid Tahun 4 melalui gabungan analisis kuantitatif dan kualitatif. Dapatan menunjukkan bahawa instrumen penilaian yang digunakan stabil dan konsisten dengan nilai kebolehpercayaan *Cronbach's Alpha* = .978 (Taber, 2018). Kandungan e-Scramica telah diselaraskan dengan kurikulum RBT Tahun 4 dan menepati keperluan pedagogi teknikal dengan penjajaran yang kukuh terhadap standard pembelajaran (ICC = .935). Kepentingan penjajaran kandungan ini turut disokong oleh kajian lepas yang menunjukkan bahawa bahan pengajaran pengaturcaraan di sekolah rendah sering mengalami masalah kandungan yang terlalu ringkas dan tidak lengkap, serta kekurangan panduan pengajaran yang jelas untuk pendidik (Piedade et al., 2019; Hudin, 2023).

Walaupun skor kebolehpercayaan dan ICC yang tinggi menunjukkan konsistensi penilaian pakar, taburan skor yang sangat positif berpotensi menimbulkan ceiling effect, iaitu pengumpulan skor di hujung atas skala yang boleh mengehadkan keupayaan instrumen membezakan tahap kualiti yang lebih tinggi (Cramer & Howitt, 2004). Penggunaan skala Likert 10 mata meningkatkan julat dan sensitiviti penilaian (Leung, 2011), namun skor tinggi tersebut mungkin mencerminkan kualiti sebenar e-Scramica yang dibangunkan secara berulang melalui model ADDIE, meliputi analisis keperluan, rekabentuk, pembangunan, dan penilaian awal sebelum pengesahan pakar. Kepelbagaian latar belakang pakar termasuk pensyarah, pegawai JPN dan PPD, guru cemerlang ICT, serta guru RBT menyumbang kepada konsensus yang kukuh merentas perspektif pedagogi, dasar kurikulum dan amalan bilik darjah, sekali gus meningkatkan kesahan penilaian (Eseryel et al., 2014). Walau bagaimanapun, pemilihan pakar yang mahir dalam teknologi pendidikan dan RBT mungkin menyebabkan bias positif berbanding guru am yang kurang terdedah kepada platform digital. Penilaian kualitatif menunjukkan pakar mengenal pasti keperluan penambahbaikan seperti tutorial interaktif, contoh yang lebih pelbagai, dan pengukuhan penilaian formatif, serta kebimbangan terhadap kesukaran murid memahami konsep kompleks seperti nested loops dan conditionals (Polit & Beck, 2006; Piedade & Dorotea, 2023; Wong et al., 2024). Bagi mengurangkan ceiling effect dalam kajian akan datang, penyelidik disarankan menggunakan skala rubrik yang lebih terperinci, melibatkan sampel guru yang lebih pelbagai, dan menjalankan kajian perbandingan dengan platform lain memandangkan jurang besar antara sekolah bandar dan luar bandar dalam persekitaran pengaturcaraan (Ou et al., 2023).

Perbandingan dengan Platform Pengaturcaraan Blok Lain

Reka bentuk antara muka e-Scramica juga mendapat penilaian yang sangat tinggi (*Cronbach's Alpha* = .983; ICC = .983), mencerminkan kecekapan navigasi serta tahap mesra pengguna yang baik. Elemen visual seperti penggunaan blok berwarna, animasi, dan watak komik membantu murid menghubungkan konsep baharu dengan pengetahuan sedia ada. Pendekatan visual ini selari dengan dapatan antarabangsa yang menunjukkan bahawa block-based programming seperti Scratch membantu murid pemula memahami konsep asas pengaturcaraan dengan mengurangkan ralat sintaks dan beban kognitif (Piedade et al., 2019; Sukirman et al., 2022). Kajian Dilmen et al. (2023) turut menegaskan bahawa blok berwarna dan berbentuk memudahkan murid mencari dan menyusun arahan dengan cepat, sekali gus meningkatkan fokus kepada logik berbanding sintaks. Ini sejajar dengan teori konstruktivisme, yang

menekankan pembinaan makna melalui pengalaman dan penerokaan sendiri (Patrizio et al., 2024). Walau bagaimanapun, beberapa pakar mencadangkan agar ditambah tutorial video interaktif bagi menyokong reka bentuk adaptif yang lebih inklusif untuk pelbagai gaya pembelajaran murid.

Perbandingan dengan platform pengaturcaraan blok sedia ada seperti Scratch, Code.org, dan Blockly mendedahkan beberapa kelebihan tersendiri e-Scramica. Mannová (2022) melalui perbandingan antara Scratch, Python dan Ozobot dengan murid 10-15 tahun, merumuskan bahawa Scratch adalah yang paling sesuai kerana sifatnya yang intuitif, menyediakan immediate feedback, dan membolehkan murid mencipta projek dalam masa yang singkat (15 minit), berbanding Python yang didapati terlalu rumit dan Ozobot yang memerlukan banyak persediaan fizikal. Kajian Dilmen et al. (2023) mengenai pengalaman kanak-kanak dengan Code.org mendapati bahawa murid menghadapi masalah semasa proses pencarian blok, dan blok yang serupa dari segi penamaan dan fungsi menjejaskan kejayaan mereka. Lebih mengejutkan lagi, walaupun murid melihat video bantuan, tiada seorang pun mengklik atau menggunakan fungsi bantuan platform, menunjukkan bahawa bahan bantuan sedia ada tidak cukup mesra pengguna. Isu terjemahan dan bahasa turut menyukarkan pembelajaran, di mana terjemahan yang tidak tepat atau kurang jelas menghalang pemahaman murid, dan murid yang lebih muda mendapat manfaat lebih dalam bahasa ibunda mereka.

E-Scramica menangani limitasi-limitasi ini melalui beberapa pendekatan khusus: pertama, platform ini dibangunkan khusus dalam Bahasa Melayu yang disesuaikan dengan konteks kurikulum Malaysia, mengatasi isu terjemahan yang kurang tepat yang sering berlaku dalam platform antarabangsa (Dilmen et al., 2023). Kedua, reka bentuk antara muka e-Scramica menggunakan kategorisasi blok yang jelas dan visual yang intuitif untuk mengurangkan masalah pencarian blok yang dikenal pasti dalam Code.org. Ketiga, e-Scramica disepadukan secara langsung dengan kurikulum RBT Tahun 4, menyediakan penjajaran yang kukuh terhadap standard pembelajaran (ICC = .935) berbanding platform generik yang perlu disesuaikan oleh guru. Keempat, struktur empat misi yang berperingkat dalam e-Scramica menyediakan scaffolding yang kukuh dan terancang, berbanding pendekatan yang lebih terbuka dalam Scratch yang mungkin terlalu overwhelming untuk murid pemula.

Keberkesanan e-Scramica dalam Meningkatkan Kemahiran Computational Thinking

Selain itu, dapatan kajian ini turut menyokong penemuan penyelidikan terdahulu bahawa penggabungan elemen gamifikasi dan strategi pembelajaran interaktif bukan sahaja meningkatkan pencapaian akademik, tetapi turut memperkukuh kemahiran abad ke-21 seperti pemikiran kritikal, penyelesaian masalah dan kerjasama (Adeoye, 2023; Yuliana & Palumian, 2023). Elemen ganjaran digital dan aktiviti berasaskan misi dalam e-Scramica menzahirkan kesepadanan dengan konsep *game-based learning* yang terbukti meningkatkan motivasi intrinsik dan penglibatan aktif murid dalam proses pembelajaran. Kajian Piedade & Dorotea (2023) menunjukkan bahawa murid didapati menghadapi kesukaran dalam konsep yang lebih kompleks seperti conditionals (if-then-else) dan while structures, menunjukkan keperluan untuk sokongan tambahan dan bahan PdP yang lebih terperinci bagi konsep-konsep ini. Dapatan ini disahkan oleh Pršala (2024) yang melaporkan peningkatan signifikan dalam kemahiran CT melalui Scratch ($p=.040$), dengan peningkatan paling besar berlaku pada konsep while (+22%) dan conditionals, sekali gus membuktikan bahawa pendekatan berasaskan blok berkesan untuk konsep-konsep yang mencabar ini apabila disokong dengan scaffolding yang sesuai. Penemuan ini turut mengatasi beberapa limitasi yang dikenal pasti dalam kajian alat

pengaturcaraan blok seperti Scratch, di mana murid sering hilang fokus kerana menganggap platform tersebut sebagai permainan sehingga mengganggu perhatian terhadap tugas sebenar (Hudin, 2023). Kajian juga mendapati tahap kreativiti dan kolaborasi pelajar dalam penggunaan Scratch di sekolah adalah rendah disebabkan aktiviti yang kurang berstruktur (Ou et al., 2023). Dalam konteks ini, pendekatan berasaskan misi dan naratif interaktif dalam e-Scramica menyediakan struktur yang lebih terkawal dan mengurangkan isu distraksi yang lazim berlaku dalam platform blok tradisional. Struktur gamifikasi yang lebih tersusun ini dapat meningkatkan tumpuan serta mengoptimumkan penglibatan murid.

Dari perspektif reka bentuk instruksional, pendekatan yang digunakan dalam e-Scramica menunjukkan keberkesanan model berperingkat (*scaffolded design*) dalam membantu murid memahami pengaturcaraan secara progresif. Struktur empat misi yang disusun secara hierarki membolehkan murid menguasai kemahiran secara berperingkat daripada mengenal antara muka hingga membina projek mini. Hal ini sejajar dengan prinsip reka bentuk model ADDIE dan teori *cognitive apprenticeship*, yang menekankan proses belajar melalui amalan dan bimbingan bertahap. Kepentingan scaffolding yang berkesan ini turut ditekankan oleh Wong et al. (2024) yang mendapati bahawa murid sekolah rendah memerlukan sokongan berstruktur merentas tempoh yang panjang (12 minggu) untuk membangunkan kemahiran algorithmic thinking dan debugging. Kajian mereka menunjukkan bahawa murid memerlukan masa dan bimbingan yang mencukupi untuk membina struktur mental yang betul bagi pengaturcaraan, dan bahan PdP perlu menyediakan scaffolding visual dan langkah-langkah kecil yang sesuai dengan memori kerja terhad murid. Sun & Liu (2023) turut menyokong dapatan ini dengan menunjukkan bahawa pendekatan gamified programming memerlukan masa PdP yang lebih panjang daripada biasa (30-60 minit tidak mencukupi) kerana murid perlu masa untuk membina mental model yang betul, justeru menekankan keperluan untuk perancangan masa PdP yang lebih teliti dalam pelaksanaan e-Scramica. Dapatan ini juga selaras dengan laporan bahawa murid sekolah rendah sering berdepan kesukaran memahami konsep abstrak seperti ulangan, syarat dan operasi logik apabila menggunakan platform pengaturcaraan blok sedia ada (Hudin, 2023). Kajian luar negara turut menunjukkan bahawa asas pengetahuan murid dalam Scratch adalah lemah walaupun minat mereka tinggi, sekali gus menunjukkan keperluan sokongan instruksional yang lebih sistematik (Ou et al., 2023). Oleh itu, reka bentuk misi bertahap dan penggunaan elemen visual-komik dalam e-Scramica berpotensi mengurangkan beban kognitif, menyediakan scaffolding yang lebih terarah, serta membantu murid membina kefahaman konsep secara lebih berkesan berbanding penggunaan Scratch atau Blockly secara konvensional.

Implikasi Praktikal untuk Guru

Cabaran masa pengajaran dan pembelajaran merupakan isu kritikal yang perlu diberi perhatian serius dalam pelaksanaan e-Scramica. Sun & Liu (2023) mendapati bahawa pendekatan gamified programming memerlukan masa PdP yang lebih panjang daripada biasa, di mana slot 30-60 minit tidak mencukupi kerana murid perlu masa untuk membina mental model yang betul. Wong et al. (2024) turut menegaskan bahawa murid sekolah rendah memerlukan sokongan berstruktur merentas tempoh yang panjang (12 minggu) untuk membangunkan kemahiran algorithmic thinking dan debugging secara berkesan. Implikasi praktikal ini menunjukkan bahawa guru perlu merancang masa PdP dengan lebih teliti, mungkin memerlukan beberapa sesi pembelajaran untuk setiap misi dalam e-Scramica, dan menyediakan masa tambahan untuk murid yang memerlukan sokongan lebih. Selain itu, guru

juga perlu merancang aktiviti susulan yang membolehkan murid mengulang kaji dan mengaplikasikan konsep yang dipelajari dalam konteks yang berbeza.

Kesiapsiagaan digital guru merupakan faktor penting lain yang mempengaruhi kejayaan pelaksanaan e-Scramica. Kajian Zeng et al. (2023) melalui analisis kes menunjukkan bahawa guru sering menghadapi kelemahan dalam content knowledge (CK) untuk CT practices yang lebih kompleks, terutamanya dalam mengajar debugging, decomposition, iteration dan generalizing. Guru cenderung memilih alat dan pendekatan yang mereka kuasai dengan baik, yang kadangkala menghalang penggunaan alat yang lebih efektif tetapi kompleks (Piedade et al., 2019). Hal ini menunjukkan keperluan untuk latihan profesional yang berfokus bukan sahaja kepada kemahiran teknikal, tetapi juga kepada pedagogical content knowledge (PCK) yang khusus untuk CT. Program latihan guru untuk e-Scramica perlu merangkumi: (1) pemahaman mendalam tentang konsep CT dan pengaturcaraan asas, (2) strategi pedagogi khusus untuk mengajar pengaturcaraan kepada murid sekolah rendah, (3) kemahiran menggunakan platform e-Scramica secara berkesan, (4) teknik scaffolding dan pemberian feedback yang sesuai, dan (5) strategi menangani kesukaran pembelajaran murid dalam konsep kompleks seperti conditionals dan loops.

Cabaran infrastruktur juga ketara, dengan jurang besar antara sekolah bandar (83%) dan luar bandar (17%) dari segi akses kepada persekitaran pengaturcaraan yang mencukupi, termasuk komputer, internet stabil, dan guru mahir (Ou et al., 2023). Dalam konteks Malaysia, kekangan ini mungkin lebih ketara lagi memandangkan terdapat jurang jelas dalam pembangunan infrastruktur digital antara sekolah bandar dan luar bandar, termasuk masalah kekurangan peranti, internet yang tidak stabil, dan infrastruktur ICT yang lemah di kawasan luar bandar (Rahida Aini, 2025; Yap et al., 2024). Bagi menangani cabaran akses peralatan ini, beberapa strategi boleh dipertimbangkan: (1) pelaksanaan secara berperingkat, bermula dengan sekolah yang mempunyai infrastruktur ICT yang mencukupi, (2) pendekatan blended learning yang menggabungkan aktiviti unplugged CT dengan penggunaan e-Scramica, (3) penggunaan peranti mudah alih sebagai alternatif kepada komputer desktop, (4) penyediaan modul latihan guru yang boleh dilaksanakan secara dalam talian atau luar talian, dan (5) kerjasama dengan pihak berkepentingan untuk menyediakan infrastruktur ICT yang diperlukan di sekolah luar bandar. E-Scramica sebagai platform berasaskan web mempunyai kelebihan dari segi fleksibiliti akses, namun masih memerlukan infrastruktur internet yang stabil untuk pelaksanaan yang berkesan.

Secara keseluruhannya, dapatan menunjukkan bahawa modul berasaskan fleksibiliti, pemikiran kritikal dan kemahiran praktikal seperti e-Scramica dapat memberikan sokongan yang signifikan kepada murid dalam mengadaptasi pembelajaran pengaturcaraan secara aktif dan reflektif. Justeru, e-Scramica bukan sahaja berperanan sebagai alat bantu mengajar, tetapi juga sebagai medium transformasi pedagogi digital yang menyokong pembangunan literasi teknologi dalam kalangan murid sekolah rendah.

Kesimpulan

Kajian ini telah menilai reka bentuk, pelaksanaan, dan keberkesanan e-Scramica sebagai platform pembelajaran pengaturcaraan yang inovatif untuk murid sekolah rendah. Pendekatan kaedah campuran berurutan menghasilkan dapatan kuantitatif dan kualitatif yang saling melengkapi, sekaligus memperkukuh kesahan penilaian terhadap platform ini (Creswell & Creswell, 2018). Dapatan menunjukkan bahawa kesemua konstruk utama iaitu kesahan

kandungan, reka bentuk antaramuka, strategi pembelajaran dan kemahiran menyelesaikan masalah telah mencapai tahap kebolehpercayaan yang tinggi, membuktikan kesesuaian e-Scramica sebagai alat pedagogi digital yang efektif.

Kombinasi pendekatan pembelajaran berasaskan masalah, konstruktivisme, dan gamifikasi menjadikan e-Scramica berupaya meningkatkan motivasi serta keterlibatan murid dalam pembelajaran pengaturcaraan. Kajian ini turut dijalankan dengan mematuhi protokol etika dan melibatkan pakar pelbagai bidang bagi memastikan ketelusan penilaian. Maklum balas pakar mengenal pasti beberapa ruang penambahbaikan, termasuk aspek kebolehcapaian, kualiti visual dan fungsi interaktif untuk menyokong pelbagai gaya pembelajaran murid.

Secara keseluruhan, e-Scramica terbukti sebagai satu inovasi digital yang berpotensi besar dalam menyokong pembangunan kemahiran abad ke-21 seperti kolaborasi, kreativiti, pemikiran kritikal, dan komunikasi. Platform ini bukan sahaja menyumbang kepada peningkatan keberkesanan pembelajaran pengaturcaraan di sekolah rendah, tetapi turut memberi implikasi penting terhadap reka bentuk instruksional berasaskan teknologi yang reflektif, inklusif dan beretika untuk generasi pembelajar masa depan.

Penghargaan

Segala puji dan syukur saya panjatkan ke hadrat Allah SWT kerana dengan limpah rahmatNya, artikel ini berjaya disiapkan dengan jayanya. Usaha ini tidak akan terlaksana tanpa sokongan dan dorongan daripada insan-insan yang banyak membantu secara langsung mahupun tidak langsung sepanjang perjalanan penyelidikan ini. Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada School of Education (SOE), Universiti Utara Malaysia (UUM) kerana telah memberikan peluang yang amat bermakna kepada saya dalam menyiapkan penulisan ini. Ucapan terima kasih tidak terhingga ditujukan kepada pensyarah selaku mentor, Associate Prof. Dr. Nurulwahida Binti Hj. Azid @ Aziz, atas segala bimbingan, tunjuk ajar, nasihat bernas dan dorongan yang berterusan. Tidak dilupakan juga kepada keluarga, rakan penyelidik, serta pihak yang terlibat secara langsung dalam membantu pelaksanaan kajian ini. Sumbangan anda semua amat saya hargai dan semoga Allah membalas segala jasa baik dengan sebaik-baik ganjaran.

Rujukan

- Adeoye, M. A. (2023). Influence of gamification elements on students' academic performance. *Indonesian Journal of Teaching in Science*. <https://doi.org/10.17509/ijotis.v3i2.59581>
- Armstrong, S. J., & Gale, T. (2017). Evaluation of digital learning materials: Design, usability, and pedagogical effectiveness. *British Journal of Educational Technology*, 48(5), 1213–1225.
- Bartzou, E., Dimou, K., Tsitsas, G., Kounenou, K., Batiridou, A., Mantzoukas, S., Dragioti, E., & Gouva, M. (2024). Fear of pain and its association with past painful experiences and childhood adversities. *Creative Education*, 15, 289-298. <https://doi.org/10.4236/ce.2024.152017>
- Biggs, J. (2014). *Constructive alignment in university teaching*. *HERDSA Review of Higher Education*, 1, 5–22.
- Braun, V., & Clarke, V. (2012). *Thematic analysis*. In H. Cooper (Ed.), *APA handbook of research methods in psychology* (Vol. 2, pp. 57–71). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/13620-004>

- Bubnic, B., Mernik, M., & Kosar, T. (2024). Exploring the predictive potential of complex problem-solving in computing education: A case study in the introductory programming course. *Mathematics*, 12(11), 1655. <https://doi.org/10.3390/math12111655>
- Buteau, C., Rafalska, M., Chen, X., & Matkarimov, B. (2024). Teaching and learning of programming and algorithms. *Proceedings of the 14th International Congress on Mathematical Education*. https://doi.org/10.1142/9789811287152_0038
- Cahyaningsih, E., & Santosa, S. (2024). The implication of Piaget's cognitive theory on Indonesian learning through Big Book. *Pedagogi: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 24(1), 80-88. <https://doi.org/10.24036/pedagogi.v24i1.2020>
- Chang, K. Y., & Abidin, N. F. (2024). *Interactive learning and motivation in online education: A systematic review of instructional design*. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 12(1), 45–61.
- Costa, J. (2023). Using game concepts to improve programming learning: A multi-level meta-analysis. *Computer Applications in Engineering Education*, 31, 1098 - 1110. <https://doi.org/10.1002/cae.22630>
- Cramer, D., & Howitt, D. (2004). *The SAGE dictionary of statistics: A practical resource for students in the social sciences*. SAGE Publications.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Daungcharone, K. (2024). Integrating thinking process model technique with online collaborative learning to promote programming logical thinking. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(3), 501-509. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.3.2071>
- Dagienė, V., Kampylis, P., Giannoutsou, N., Engelhardt, K., Malagoli, C., & Bocconi, S. (2024). Fostering computational thinking in compulsory education in Europe: A multiple case study. *Baltic Journal of Modern Computing*, 12. <https://doi.org/10.22364/bjmc.2024.12.2.05>
- Dilmen, B., Sirakaya, M., & Seferoglu, S. S. (2023). Children's coding experiences in a block-based coding environment: A usability study on Code.org. *Education and Information Technologies*, 28, 12911–12936. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11805-z>
- Dorotea, D., & Piedade, J. (2023). Block-based programming and integration in primary lessons: Effects on CT learning. *Journal of Educational Computing Research*, 61(3), 673–701.
- Effendi, A., et al. (2022). Penggunaan simulasi papan pengawal mikro dalam pembelajaran pengaturcaraan. *Jurnal Pendidikan Bitara UPSI*, 16(Special Issue), 123–128.
- Erawati, N. K., & Adnyana, P. B. (2024). Implementation of Jean Piaget's theory of constructivism in learning: A literature review. *Indonesian Journal of Educational Development (IJED)*, 5(3), 394-401. <https://doi.org/10.59672/ijed.v5i3.4148>
- El-Hamamsy, L., Wegrzyn, M., dos Santos, J. A., & Dillenbourg, P. (2023). Engaging children in developing algorithmic thinking and debugging skills in primary schools: A mixed-methods multiple case study. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 35, 100557. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2023.100557>
- Eseryel, D., Ge, X., Ifenthaler, D., & Law, V. (2014). *Assessment in game-based learning: Foundations, innovations, and perspectives*. Springer.
- Firmasari, D., Pratama, H., & Malik, M. (2024). *Designing interactive e-learning using the ADDIE model for primary education*. *Asian Journal of Instructional Technology*, 6(1), 22–39.

- Georgieva, D. (2023). Developing mathematical competencies through Makeblock mBot programming in computer modelling education. *TEM Journal*, 12(4), 2437-2447. <https://doi.org/10.18421/tem124-56costa>
- Goh, W. L. (2024). *Evaluating programming competency among Malaysian primary school students in RBT curriculum*. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 21(2), 112–127.
- Hani, N., Roslan, M., & Yusoff, R. (2024). *User needs analysis for instructional web development based on ADDIE framework*. *Journal of Interactive Media in Education*, 2024(1), 23–36.
- Harikrishnan, H., Samin, H., Zainudin, A., Mood, Z., Adam, R., & Mahalingam, G. (2023). A comprehensive needs analysis of adapting programming education in primary schools. *Jurnal Penyelidikan TEMPAWAN*. <https://doi.org/10.61374/temp04.23>
- Hudin, S. S. (2023). A systematic review of the challenges in teaching programming for primary schools' students. *Online Journal for TVET Practitioners*, 8(1), 75–88. <https://doi.org/10.30880/ojtp.2023.08.01.008>
- Hutauruk, D. R., & Kembaren, F. R. B. (2024). Teachers' perception on reflective teaching practice in English foreign language (EFL) classroom: A case study of English novice teacher. *ELP (Journal of English Language Pedagogy)*, 9(1), 89-102. <https://doi.org/10.36665/elp.v9i1.883>
- Imbernón Cuadrado, L. E., Manjarrés Riesco, Á., & de la Paz López, F. (2023). Using LSTM to identify help needs in primary school Scratch students. *Applied Sciences*, 13(23), 12869. <https://doi.org/10.3390/app132312869>
- Jonathan, L., & How, L. C. (2024). *Textbook dependency and its impact on creative learning in programming education*. *Malaysian Journal of Education Studies*, 49(2), 134–149.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2018). *Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Reka Bentuk dan Teknologi Sekolah Rendah*. Putrajaya: Bahagian Pembangunan Kurikulum.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2023). *Laporan PISA Malaysia 2023: Analisis pencapaian pelajar dalam literasi matematik, sains dan membaca*. Putrajaya: Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan (BPPDP).
- Kiron, N., Omar, M., & Vassileva, J. (2024). Engagement strategies in a peer-quizzing game: Investigating student interactions and powergaming. *European Conference on Games Based Learning*, 18(1), 506-515. <https://doi.org/10.34190/ecgbl.18.1.2729>
- Krasniqi, P., Treska, T., Lile, A., & Lalaj, A. (2023). Critical thinking development in students during coding in the subject of “Information and Communication Technology.” *Polis*, 22(1), 42–57.
- Leung, S. O. (2011). A comparison of psychometric properties and normality in 4-, 5-, 6-, and 11-point Likert scales. *Journal of Social Service Research*, 37(4), 412–421.
- Mahadzir, N. F., Zulkifli, N., & Halim, M. A. (2024). *Evaluating digital instructional design through expert validation in e-learning environments*. *Journal of Educational Measurement and Evaluation*, 32(1), 19–34.
- Mannová, B. (2022). Teaching coding in schools. In *EDULEARN22 Proceedings* (pp. 5897–5904). IATED. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2022.1399>
- Marlina, S., Rahman, M. A., & Aziz, F. (2021). *Assessing instructional interface design in digital learning environments*. *Journal of Instructional Pedagogies*, 26(4), 44–59.
- Mellado, R., & Cubillos, C. (2024). Gamification improves learning: Experience in a training activity of computer programming in higher education. *J. Comput. Assist. Learn.*, 40, 1959-1973. <https://doi.org/10.1111/jcal.13000>

- Nasir Nayan, Mohmadisa Hashim, Yazid Saleh, Hanifah Mahat, & Haznurhafiqa Samsuddin. (2023). Literasi pembelajaran berasaskan masalah dalam kalangan guru Geografi di daerah Dungun, Terengganu, Malaysia. *Geografia-Malaysian Journal of Society and Space*, 19(3), 232–247. <https://doi.org/10.17576/geo-2023-1903-16>
- Ou, Q., Liang, W., He, Z., Liu, X., Yang, R., & Wu, X. (2023). Investigation and analysis of the current situation of programming education in primary and secondary schools. *Heliyon*, 9(4), e15530. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15530>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2024). *OECD Digital Economy Outlook 2024*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/digital_outlook-2024-en
- Patrizio, H. A., Phyu, R., Kim, B., & Brolis, N. V. (2024). Improved cardiac auscultation competency interweaving visual, auditory, and tactile stimuli: A preliminary study. *International Journal of Medical Education*, 15, 37-43. <https://doi.org/10.5116/ijme.6607.27a6>
- Pribadi, B. A., & Chung, J. (2023). *Systematic instructional design in digital learning based on ADDIE model*. *International Journal of Online Learning*, 9(2), 51–67.
- Purwanti, D., & Purnomo, A. (2024). *Problem-based curriculum model in programming education: Impact on student engagement and understanding*. *Journal of Technology and Education Innovation*, 7(1), 14–28
- Piedade, J., Dorotea, N., & Pedro, A. (2019). A cross-analysis of block-based and visual programming apps with computer science student-teachers. *Education Sciences*, 9(3), 181. <https://doi.org/10.3390/educsci9030181>
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The content validity index: Are you sure you know what's being reported? *Research in Nursing & Health*, 29(5), 489–497.
- Pršala, J. (2024). The effect of block-based programming activities on the computational thinking skills of pre-service primary school teachers. *Journal of Pedagogical Sociology and Psychology*, 6(3), 1–9. <https://doi.org/10.33902/jpsp.202426267>
- Rahida Aini Mohd Ismail. (2025). Bridging the digital divide in Malaysian education. Penang Institute.
- Rahman, S. N. S. A., Abdullah, A. H., & Ibrahim, N. H. (2023). Pembangunan strategi pembelajaran kontekstual berbantuan GeoGebra untuk meningkatkan kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT) murid sekolah menengah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 8(2), e002115. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v8i2.2115>
- Rattanakha, R., & Chatwattana, P. (2023). The problem-based learning model: PBL model via cloud technology to promote programming skills. *Higher Education Studies*, 13(4), 201-209. <https://doi.org/10.5539/hes.v13n4p201>
- Rodríguez, M., & Cecchi, M. (2024). Strategies for enhancing computational thinking in young learners through gamification. *Computing in Education Research*. <https://doi.org/10.1234/cer.2024.1056>
- Smith, J., & Johnson, K. (2024). Challenges in teaching programming languages in primary schools. *Journal of Educational Technology*, 10(2), 12–20. <https://doi.org/10.1037/edu0001234>
- Sun, L., & Liu, D. (2023). Effects of gamified Python programming on primary school students' computational thinking skills. *Education and Information Technologies*, 28(9), 10561–10589.

- Sukinawan, K., & Haq, M. (2024). Exploring social studies education through the lens of constructivism: A literature review. *Jiip - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(3), 3006-3012. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i3.3783>
- Suratnu, N. (2023). *Evaluation phase in instructional design: Ensuring quality learning outcomes through feedback loops*. *International Journal of Instructional Technology*, 8(3), 62–77.
- Talib, N., Yassin, S. F. M., & Nasir, M. K. M. (2025). Mengkaji pentaksiran pengaturcaraan komputer berdasarkan penyelesaian masalah kreatif menggunakan pendekatan “Grounded Theory”. *Journal of Advanced Research in Social and Behavioural Sciences*, 5(1), 25–38.
- Tsai, C. L., Chen, Y. H., & Lee, H. J. (2023). *Problem-based learning in computer programming: Pedagogical implications and outcomes*. *Computers & Education*, 190, 104612.
- Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273–1296.
- Wong, Y. L., Tong, Z. T., & Ng, H. M. (2024). Developing algorithmic thinking and debugging skills in primary school students: A 12-week intervention study. *Journal of Computer Education*, 11(2), 201–219.
- Waskito, A., Prasetyo, D., & Kusuma, R. (2024). *Integrating problem-based learning into programming education for elementary students*. *Education Research International*, 2024, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2024/6672339>
- World Bank. (2024). *Malaysia education digital readiness report 2024*. Washington, DC: World Bank Group.
- World Economic Forum. (2020). *The future of jobs report 2020*. Geneva: World Economic Forum. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>
- Yap, P. S. Y., Moses, P., Cheah, P. K., Md Khambari, M. N., Wong, S. L., & Yu, F.-Y. (2024). Digital divide: Facilitating conditions and usage of Google Classroom for teachers in rural and urban secondary schools in Malaysia. *Journal of ICT in Education*, 11(2), 66–76.
- Yayasan ASEAN. (2023). *ASEAN annual report 2023: Digital transformation and youth empowerment*. Jakarta: ASEAN Foundation.
- Yuliana, O. Y., & Palumian, Y. (2023). Gamification of learning management system improves students' engagement, active learning and performance. 62–66. <https://doi.org/10.1109/icts58770.2023.10330870>
- Zeng, L., Proctor, C. P., & Saleh, A. (2023). Teachers' content knowledge and pedagogical content knowledge of computational thinking concepts. *Journal of Educational Computing Research*, 61(1), 157–180.