

Inovasi Smart RoMat dalam meningkatkan penguasaan operasi tambah bagi pembelajaran matematik sekolah rendah

Smart RoMat innovation in improving additional topics for primary school mathematics learning

Ruz Zarina Jenal¹, Nurain Naquiah Ruslan², Shasha Salleh³, Ruzzakiah Jenal^{4*}

^{1,2,3}Sekolah Kebangsaan Batu Berendam, Melaka, Malaysia

⁴Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Selangor, Malaysia

*Corresponding Author: ruzzakiahjenal@ukm.edu.my

Diterima: 02 September 2024; **Disemak semula:** 11 Oktober 2024 **Diterima:** 06 April 2024; **Diterbitkan:** 28 April 2025

To cite this article (APA): Jenal, R. Z., Ruslan, N. N., Salleh, S., & Jenal, R. (n.d.). Inovasi Smart RoMat dalam meningkatkan penguasaan operasi tambah bagi pembelajaran matematik sekolah rendah. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 15(1), 1-18. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol15.1.1.2025>

To link to this article: <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol15.1.1.2025>

ABSTRAK

Matematik menjadi subjek yang digeruni oleh pelbagai peringkat umur seawal usia menjejak kaki di sekolah rendah. Murid sekolah rendah diberi latihan dari masa ke semasa dengan memperkenalkan konsep operasi dalam matematik iaitu tambah, tolak, darab dan bahagi. Pelbagai kaedah dan alat bantu mengajar disediakan untuk menarik minat murid dalam mempelajari matematik. Namun, murid masih tidak dapat menguasai matematik. Latihan yang diberi di buku tulis mendapati murid memperlihatkan hasil kerja yang kurang kemas dan jawapan yang kurang tepat. Dalam menyelesaikan masalah operasi tambah, murid menunjukkan kesilapan menyelesaikannya pada ruang nilai tempat yang betul. Ini menunjukkan bahawa murid tidak memahami konsep tambah yang betul dan menyebabkan mereka mendapat markah yang rendah. Oleh itu, kajian dilakukan untuk membangunkan sebuah inovasi yang dinamakan Smart RoMat yang diintegrasikan dengan elemen STEM (Sains, Teknologi, Kejuruteraan, Matematik) bagi membantu murid menguasai dan menyelesaikan masalah berkaitan operasi tambah. Smart RoMat membolehkan murid menukarkan ayat matematik tambah kepada bentuk lazim. Smart RoMat mengandungi koleksi soalan-soalan matematik bagi operasi tambah yang mengandungi nilai digit 'sa', 'puluh' dan 'ratus' serta pelbagai aktiviti-aktiviti PAK-21 (Pembelajaran Abad ke-21) yang interaktif. Smart RoMat diuji ke atas murid-murid yang tidak menguasai kemahiran menyelesaikan masalah menggunakan bentuk lazim untuk operasi tambah. Hasil ujian mendapati bahawa murid dapat menyelesaikan operasi tambah bagi nombor dalam lingkungan 0 hingga 1000. Murid juga dapat menyelesaikan masalah tambah mengikut nilai tempat dengan betul melalui aktiviti yang disediakan. Maka, penghasilan Smart RoMat berjaya mengatasi masalah pembelajaran operasi tambah bagi murid dan menjadi alat bantu mengajar bagi guru supaya proses pengajaran dan pembelajaran berlaku dengan lancar.

Kata kunci: Robot matematik, Pembelajaran abad ke-21, STEM, Operasi tambah, Murid pemulihan

ABSTRACT

Mathematics is a subject feared by people of various ages, starting as early as elementary school. Elementary school students are given regular practice in mathematical operations such as addition, subtraction, multiplication, and division. Various methods and teaching aids are provided to engage students in learning mathematics. However, students still struggle to master math. Practice exercises in notebooks reveal that students produce work that is messy and answers that are often incorrect. When solving addition problems, students make mistakes in placing values in the correct columns. This indicates that students do not fully understand the concept of addition, leading to lower scores. Therefore, a study was conducted to develop an innovation called Smart RoMat, which integrates STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) elements to help students master and solve problems related to addition operations. The - innovation allows students to convert addition sentences into standard form. It contains a collection of addition questions with values in 'units,' 'tens,' and 'hundreds,' and various interactive 21st-century learning activities (PAK-21). The Smart RoMat was tested on students who struggled with solving problems using standard forms for addition operations. The results showed that students could solve addition problems involving numbers from 0 to 1000 and accurately solve addition problems according to place values through the provided activities. Thus, the Smart RoMat successfully addresses the learning challenges associated with addition for students and is an effective teaching aid for teachers, facilitating a smoother teaching and learning process.

Keywords: Math robot, 21st-century learning, STEM, Addition operation, Remedial students

PENGENALAN

Subjek matematik merupakan salah satu subjek yang tidak digemari bukan sahaja oleh murid sekolah rendah malahan pelajar di peringkat menengah dan juga pengajian tinggi (Zainuddin & Abdullah 2023). Di sekolah rendah, murid diperkenalkan dengan konsep asas dalam matematik iaitu mengenal nombor dan melakukan operasi ke atas nombor. Operasi asas dalam matematik adalah tambah, tolak, darab dan bahagi. Murid perlu menguasai matematik satu persatu bermula dari peringkat asas. Namun, pemahaman, penerimaan dan penguasaan murid terhadap matematik adalah berbeza. Terdapat murid yang dengan mudahnya memahami subjek matematik tetapi ada juga murid yang sukar untuk memahami matematik. Oleh itu, guru memainkan peranan penting dalam memberi kefahaman kepada murid.

Guru menjadi pemudahcara dalam menyampaikan sesuatu subjek. Guru menyediakan pelbagai kaedah dan alat bantu mengajar supaya murid memahami apa yang mereka pelajari. Dalam matematik, kaedah latih tubi adalah salah satu pendekatan yang diguna untuk belajar matematik. Walau pun kaedah latih tubi adalah antara kaedah berkesan belajar matematik tetapi kaedah latih tubi didapati kurang menarik minat murid untuk memahami dan menguasai matematik. Latih tubi yang diberi kepada murid didapati tidak dijawab dengan baik yang mana hasil kerja yang dihasilkan oleh murid adalah kurang kemas dan jawapan yang diberi adalah kurang tepat. Murid juga melakukan kesilapan dalam mengisi ruang nilai pada tempat yang betul bagi operasi tambah. Kesilapan yang dilakukan menunjukkan bahawa murid tidak memahami konsep matematik yang betul dan menyebabkan mereka mendapat markah yang rendah. Oleh itu, kajian dilaksanakan untuk membangunkan sebuah inovasi yang dapat menyelesaikan masalah pemahaman konsep matematik khususnya operasi tambah (Siraj et al. 2020).

Inovasi yang dibangun dinamakan Smart RoMat iaitu singkatan kepada perkataan ‘*Smart Robot Mathematics*’ merupakan sebuah robot matematik yang mengintegrasikan elemen STEM (Sains, Teknologi, Kejuruteraan, Matematik) yang berasaskan PAK-21 (Pembelajaran Abad ke-21). PAK-21 adalah proses pembelajaran yang berpusatkan kepada murid manakala elemen STEM pula menggalakkan murid melakukan penerokaan dalam pembelajaran mereka. Beberapa elemen yang mampu memberi kesan positif kepada murid melalui PAK-21 dan elemen STEM adalah seperti komunikasi, kolaboratif, pemikiran kritis, kreativiti serta aplikasi nilai murni dan etika. Dengan itu, strategi PAK-21 yang diintegrasikan dengan elemen STEM dapat memenuhi keperluan pendidikan pada masa kini dan mampu membawa perubahan baru dalam dunia pendidikan.

Oleh kerana pendidikan kini yang menggunakan strategi PAK-21 dengan mengintegrasikan elemen STEM dapat memberi keselesaan dan keseronokan kepada murid, maka Smart RoMat dihasilkan untuk memberikan suasana pembelajaran yang kondusif kepada guru dan murid. Pembelajaran yang interaktif melalui Smart RoMat dapat membuka minda dan ruang kreatif murid dalam mendapatkan ilmu pengetahuan dan menambah kemahiran diri mereka (Rasdi et al. 2021).

KAJIAN PUSTAKA

Pembelajaran Abad ke-21 (PAK-21) merupakan pendekatan pendidikan yang bertujuan mempersiapkan murid dengan kemahiran dan pengetahuan yang diperlukan untuk berjaya dalam dunia pada masa kini. Konsep PAK-21 menekankan penguasaan pengetahuan akademik di samping pengembangan kemahiran yang relevan. Aspek utama PAK-21 adalah kemahiran berfikir secara kritis dan kreatif, kemahiran berkomunikasi dan bekerjasama, kemahiran teknologi, pengajaran berasaskan projek dan pengalaman, pengembangan sikap dan nilai, dan pembelajaran sepanjang hayat.

Kemahiran berfikir secara kritis dan kreatif mendorong murid untuk menganalisis maklumat, membuat keputusan yang berinformasi, dan menyelesaikan masalah dengan cara yang inovatif (Partnership for 21st Century Learning, 2009). Kemahiran berkomunikasi dan bekerjasama mengajar murid untuk bekerja dalam kumpulan, berkomunikasi secara efektif, dan menghargai pandangan serta sumbangan orang lain (Trilling & Fadel, 2009). Kemahiran teknologi pula diperlukan oleh murid untuk menguasai alat digital dan aplikasi teknologi bagi menyokong pembelajaran mereka (P21 Framework for 21st Century Learning, 2019).

PAK-21 tidak hanya fokus kepada kemahiran akademik tetapi juga kepada pembentukan sikap dan nilai seperti tanggungjawab, empati, dan etika kerja supaya murid dapat membentuk keperibadian yang baik (Beetham & Sharpe, 2013). Manakala, pendekatan pengajaran berasaskan projek dan pengalaman membolehkan murid meneroka dan menerapkan pengetahuan dalam konteks praktikal (Kokotsaki et al, 2016). Konsep pembelajaran sepanjang hayat pula mendorong murid untuk melihat pembelajaran sebagai proses yang berterusan dalam mengembangkan kemahiran bersesuaian dengan perkembangan teknologi (Llobregat Gómez, 2020). Kesemua aspek dalam PAK-21 membantu murid beradaptasi dengan cabaran baru dan menyelesaikan masalah kompleks dalam dunia yang dinamik. Oleh itu, PAK-21 dijadikan asas dalam pembangunan Smart RoMat untuk memberikan pengetahuan dan kemahiran yang inklusif kepada murid. Selain PAK-21, STEM turut diintegrasikan dalam pembangunan Smart RoMat.

STEM (Sains, Teknologi, Kejuruteraan, Matematik) adalah kaedah pendidikan yang mengintegrasikan komponen sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik untuk mempersiapkan pelajar dengan kemampuan menyelesaikan masalah kompleks dan berfikir secara kritis. Komponen sains merangkumi kajian melalui eksperimen dan penyelidikan yang membolehkan pelajar membuat kesimpulan berdasarkan bukti (National Research Council, 2012). Komponen teknologi merujuk kepada penggunaan alat dan sistem dalam pembelajaran untuk menyelesaikan sesuatu masalah (Albion & Campbell, 2018). Manakala komponen kejuruteraan adalah aplikasi sains dan matematik untuk merancang dan membina struktur yang melibatkan proses reka bentuk dan penyelesaian masalah yang praktikal (National Academy of Engineering, 2009). Komponen matematik pula menyediakan asas untuk analisis dan penyelesaian masalah yang melibatkan pengiraan, pengukuran, dan penggunaan teori matematik untuk menyelesaikan sesuatu masalah (NCTM, 2000). Maka, pembangunan Smart RoMat mengintegrasikan STEM untuk memberi murid pengalaman yang holistik dan praktikal dalam pembelajaran khususnya subjek matematik (Lim & Maat, 2023).

Subjek matematik mempunyai konsep asas dalam operasi nombor iaitu tambah, tolak, darab dan bahagi. Operasi tambah, tolak, darab dan bahagi masing-masing merujuk kepada pemahaman dan aplikasi asas untuk melakukan operasi penambahan, penolakan, pendaraban dan pembahagian dalam matematik. Secara khusus, operasi tambah adalah proses menggabungkan dua atau lebih nombor untuk mendapatkan jumlah keseluruhan. Simbol yang digunakan adalah tanda tambah (+). Dalam operasi

tambah, nilai tempat bagi setiap digit dalam nombor perlu difahami. Sistem nilai tempat, seperti sa, puluh, ratus, dan seterusnya, mempengaruhi cara nombor ditambah (Van de Walle, 2004). Penambahan boleh digunakan dalam konteks yang luas, seperti pengiraan masa, pengurusan wang, atau dalam situasi dunia nyata seperti pengukuran atau bilangan item untuk membantu murid memahami aplikasi praktikal konsep tambah (Azhar & Rosli 2021). Maka, kajian fokus kepada operasi tambah dalam pembangunan Smart RoMat untuk menangani masalah murid yang keciciran dalam matematik.

Dalam matematik, terdapat murid yang mengalami kesukaran memahami dan menguasai konsep matematik (Zainal et al. 2020). Mereka mungkin menghadapi cabaran dalam pelbagai aspek matematik, termasuk operasi asas, pemahaman konsep, dan aplikasi matematik dalam situasi sebenar. Murid kemungkinan tidak mengenal nombor, tidak mengenal nilai nombor dan keliru menukar ayat matematik kepada bentuk lazim (Ennie Afvany & Aidah, 2023; Ting & Rosli, 2024). Tambahan pula, aktiviti pembelajaran yang membosankan dan menganggap belajar matematik itu susah menjadikan murid lemah dalam matematik. Pelbagai cara dilakukan oleh guru untuk memastikan murid memahami dan menguasai kemahiran matematik termasuklah memberikan ganjaran atau denda. Namun begitu, murid-murid didapati merasa bosan melakukan aktiviti pembelajaran yang memberi tumpuan kepada aktiviti penulisan dan pengiraan secara algoritma sahaja. Melalui pemerhatian, murid-murid yang mempunyai aras kecerdasan yang tinggi tidak mempunyai masalah melaksanakan aktiviti berbentuk latih tubi dan mengira di dalam buku tulis sahaja. Tetapi berbeza bagi murid yang lemah.

Kajian awal dilaksana ke atas sembilan orang murid tahun 3 dengan menguji mereka untuk menjawab soalan kemahiran asas nombor iaitu prasyarat untuk menukar ayat matematik kepada bentuk lazim. Anggapan awal adalah sebahagian besar murid menguasai kemahiran mengenal nombor, menulis nombor dan menilai nombor mengikut digit yang dipelajari semasa di tahun 1 dan tahun 2. Tetapi, hasil kajian adalah sebaliknya. Jadual 1 menunjukkan dapatan yang diperolehi daripada ujian bertulis yang dilaksana.

Jadual 1: Dapatan ujian bertulis

Kelompok	Murid	Mengetahui nombor		Menulis nombor		Menilai nombor	
		Mengetahui	Tidak Mengetahui	Menulis	Tidak Menulis	Menilai	Tidak Menilai
Cemerlang	Murid 1	/	0	/	0	/	0
	Murid 2	/	0	/	0	/	0
	Murid 3	/	0	/	0	/	0
Sederhana	Murid 4	/	0	/	0	/	0
	Murid 5	/	0	/	0	0	/
	Murid 6	/	0	/	0	0	/
Lemah	Murid 7	/	0	/	0	0	/
	Murid 8	0	/	0	0	0	/
	Murid 9	0	/	0	0	0	/

Dapatan yang diperolehi daripada sembilan orang murid adalah terdapat pola yang jelas mengikut aras kecerdasan murid. Murid cemerlang didapati boleh menguasai kemahiran mengenal nombor, menulis nombor dan menilai nombor mengikut digit dengan baik. Bagi murid sederhana, mereka didapati tidak mempunyai masalah mengenal dan menulis nombor tetapi terdapat dua orang murid yang mempunyai masalah menilai nombor mengikut digit sa, puluh atau ratus. Manakala murid lemah, mereka hanya boleh mengenal nombor sahaja. Murid lemah didapati mempunyai masalah menulis nombor dan juga menilai nombor mengikut digit sa, puluh dan ratus (Program Pemulihan Khas, 2019).

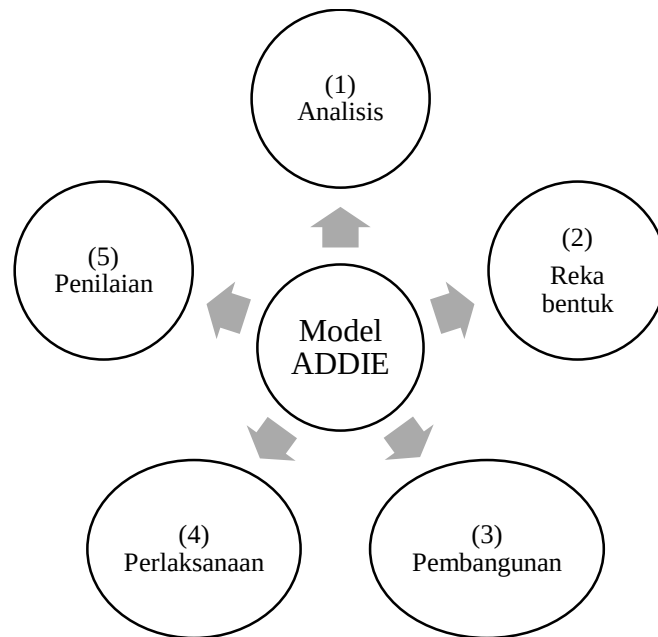
Rentetan daripada ujian, pemerhatian terus dilakukan dengan menguji kemahiran asas nombor terhadap murid-murid lain melalui aktiviti latih tubi. Dapatan yang diperolehi adalah lebih kurang sama. Kaedah latih tubi memberi kelebihan kepada kelompok murid yang cemerlang dan minat terhadap subjek matematik tetapi tidak menarik minat murid yang sederhana dan gagal bagi murid yang lemah. Berdasarkan ujian dan pemerhatian yang dilakukan, satu anjakan paradigma diperlukan bagi mengatasi masalah yang timbul. Dapatan daripada analisis masalah memberikan gambaran besar bahawa isu utama yang perlu diatasi oleh guru ialah permasalahan murid yang bukan sahaja tidak mampu menguasai kemahiran asas nombor tetapi mereka juga tidak boleh menyelesaikan masalah harian (Kalairajan & Daud 2020).

Murid yang mengalami keciciran dalam subjek matematik mungkin disebabkan oleh kekurangan asas pengetahuan, masalah pemahaman konsep (Farmer et al. 2022), kurangnya kemahiran pengiraan (Koponen et al. 2021), dan kekurangan strategi pembelajaran. Oleh itu, untuk membantu murid dalam matematik, antara strategi yang boleh digunakan adalah pengenalan semula konsep asas (Gersten et al., 2009), penggunaan alat bantu mengajar (Sönmez & Alptekin 2020), pendekatan pembelajaran berasaskan masalah (Llinares et al. 2020), penyediaan sokongan individu (Fuchs & Fuchs, 2006), dan membina keyakinan dan motivasi kepada murid (Sedi & Mazlan 2022). Strategi sebegini selari dengan konsep PAK-21 yang diterapkan dalam Smart RoMat.

Maka, Smart RoMat dibangun dengan mengukuhkan asas matematik bagi operasi tambah melalui latihan tambahan dan bahan pembelajaran yang direka khusus untuk mengukuhkan konsep tambah. Smart RoMat merupakan alat bantu mengajar yang bersifat didik hibur untuk membantu murid memahami konsep secara visual bagi melihat hubungan antara konsep dan aplikasi praktikal. Smart RoMat juga menggunakan pendekatan berasaskan masalah untuk melibatkan murid dalam situasi sebenar untuk meningkatkan pemahaman mereka. Dengan itu, Smart RoMat dapat membantu murid memahami konsep matematik dan seterusnya membina keyakinan, motivasi dan minat mereka dalam kemahiran matematik.

METODOLOGI KAJIAN

Inovasi Smart RoMat menggunakan model ADDIE dalam pembangunannya iaitu model yang bersesuaian dengan pembangunan teknologi dalam pendidikan. Model ADDIE adalah rangka kerja reka bentuk sistem pengajaran yang diguna oleh ramai pereka bentuk pengajaran dan pembangun latihan untuk membangunkan kursus (Al-Amri et al. 2023, Jamil & Noh 2020). Model ADDIE terdiri daripada lima fasa yang ditakrif untuk membina alat latihan dan sokongan prestasi iaitu (1) Analisis (2) Reka bentuk (3) Pembangunan (4) Perlaksanaan dan (5) Penilaian seperti ditunjuk di Rajah 1.



Rajah 1: Model ADDIE

Dalam fasa (1) Analisis, perancangan pembangunan inovasi disusun dengan teliti dengan mengenalpasti masalah dan menetapkan matlamat pembangunan inovasi. Masalah utama yang dikenal pasti ialah murid menghadapi kesukaran dalam menguasai operasi tambah dengan betul. Maka, matlamat pembangunan inovasi adalah untuk membantu murid memahami konsep operasi tambah dengan lebih mudah dan berkesan. Oleh itu, analisis dilakukan untuk memastikan bahawa masalah yang dihadapi adalah wujud di lapangan dan memerlukan penyelesaian segera. Analisis dilakukan dengan menemubual rakan panitia secara individu menggunakan pendekatan separa berstruktur untuk mendapatkan pandangan dan pengalaman mereka dalam menghadapi murid yang sukar menguasai operasi tambah. Melalui temubual, kaedah pengajaran sedia ada di samping kekuatan dan kelemahan dikenalpasti supaya menjadi input kepada pembangunan inovasi. Setelah mendapatkan pandangan daripada rakan panitia, pemerhatian awal terhadap murid dilaksanakan untuk mengenal pasti sejauh mana mereka menguasai operasi tambah dengan memilih murid seramai sembilan orang berdasarkan tahap penguasaan matematik masing-masing. Pemerhatian yang dilakukan melibatkan operasi tambah, dengan memberi penekanan kepada cara murid menyelesaikan masalah operasi tambah dalam bentuk lazim, serta pemerhatian terhadap kesilapan yang sering dilakukan, seperti kesalahan dalam nilai tempat atau dalam memahami konsep asas operasi tambah. Kajian juga merujuk kepada jurnal dan kajian-kajian sarjana lampau untuk memahami pendekatan terbaik dalam pengajaran operasi tambah dan sebagai asas kepada pembangunan Smart RoMat. Melalui temubual, pemerhatian awal dan kajian literatur, satu analisis menyeluruh terhadap keperluan murid dan guru dapat dilakukan. Oleh itu, fasa analisis memainkan peranan yang penting dalam memastikan inovasi yang dibangunkan adalah berdasarkan bukti yang kukuh dan keperluan sebenar murid serta guru.

Dalam fasa (2) Reka bentuk, tujuan utama adalah untuk merangka objektif pembangunan Smart RoMat dengan terperinci dan mereka bentuk kandungan serta bahan inovasi yang terdiri daripada komponen RoMat Pintar, Kostum RoMat dan Roket RoMat. Kandungan serta bahan inovasi direka bentuk berdasarkan data yang dikumpul melalui hasil temubual dan pemerhatian yang mengenalpasti permasalahan kajian, cabaran murid dalam menguasai operasi tambah, cara memantau kemajuan murid dalam pengajaran matematik, elemen-elemen dalam pengajaran matematik yang berkesan dan cadangan bagi pembangunan Smart RoMat. Data yang diperolehi digunakan untuk menentukan ciri-ciri yang perlu ada, kekuatan dan kelemahan dalam mereka bentuk RoMat Pintar, Kostum RoMat, dan Roket RoMat.

Fasa (3) Pembangunan merupakan fasa kritikal yang mana inovasi mula dibangunkan berdasarkan kandungan yang dirangka di fasa reka bentuk. Pembangunan bermula dengan komponen RoMat Pintar, diikuti dengan komponen Kostum RoMat dan akhirnya komponen Roket RoMat yang dibangunkan dari bahan kitar semula. Ketiga-tiga komponen Smart RoMat mempunyai fungsi masing-masing yang mampu menarik minat murid supaya mereka merasa seronok untuk menguasai kemahiran matematik bagi operasi tambah.

Rajah 2 menunjukkan lakaran reka bentuk dan pembangunan komponen RoMat Pintar. RoMat Pintar adalah komponen utama Smart RoMat yang merupakan alat untuk membantu murid menguasai konsep operasi tambah melalui interaksi digital. RoMat Pintar dibina dari beberapa kotak yang membentuk sebuah robot yang mempunyai ciri-ciri tertentu untuk digunakan dalam pengajaran matematik konsep tambah. RoMat Pintar yang siap dibina diuji dengan membenarkan murid menggunakannya dan memberikan maklum balas terhadap kebolehgunaan dan keberkesanannya.



Rajah 2: Lakaran reka bentuk dan pembangunan komponen RoMat Pintar

Rajah 3 menunjukkan lakaran reka bentuk dan pembangunan Kostum RoMat. Kostum RoMat merupakan satu lagi komponen yang menyeronokkan dan interaktif dalam Smart RoMat, yang mana memberikan pengalaman pembelajaran melalui kaedah pembelajaran berasaskan peranan (*role-play*). Kostum RoMat dibina menggunakan bahan kitar semula seperti plastik terpakai, kadbod dan beberapa aksesori tambahan seperti topi, tali pinggang, dan pelekat untuk memberikan sentuhan visual yang menarik pada kostum. Kostum dihasilkan melalui aktiviti kreatif untuk direka bentuk dan dibina supaya selesa dan sesuai dipakai oleh murid. Maklum balas awal dari murid yang memakai Kostum RoMat menjadi panduan untuk memperbaiki reka bentuk dan memastikan kostum dapat diguna dengan baik.



Rajah 3: Lakaran reka bentuk dan pembangunan komponen Kostum RoMat

Rajah 4 menunjukkan lakaran reka bentuk dan pembangunan komponen Roket RoMat. Roket RoMat adalah satu lagi komponen penting yang menggunakan pendekatan pembelajaran berasaskan projek, yang mana murid dilibatkan dalam membina roket daripada bahan kitar semula untuk menyelesaikan masalah operasi tambah. Bahan kitar semula yang diguna termasuk botol plastik,

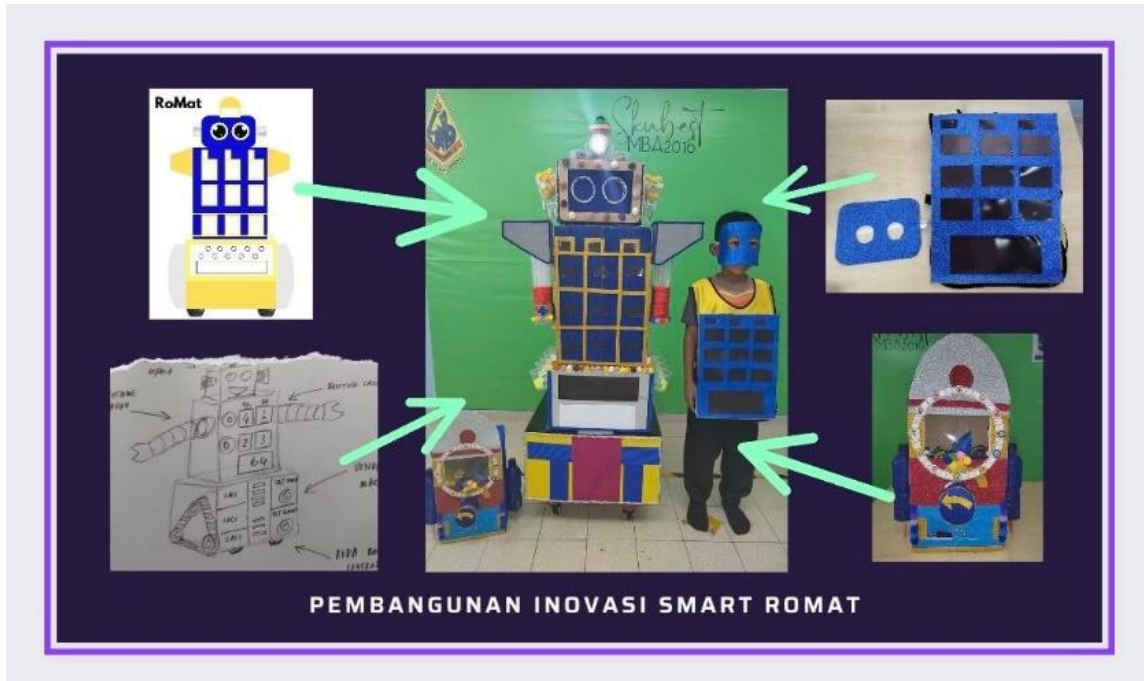
Inovasi Smart RoMat dalam meningkatkan penguasaan operasi tambah bagi pembelajaran matematik sekolah rendah

kadbod, dan tin yang direka bentuk dan dibangunkan mirip rupa bentuk sebuah roket. Roket RoMat diuji untuk memastikannya berfungsi dengan baik dalam membantu murid memahami konsep matematik dan memberikan pengalaman pembelajaran yang menyeronokan.



Rajah 4: Lakaran reka bentuk dan pembangunan komponen Roket RoMat.

Fasa (4) Perlaksanaan adalah fasa yang mana kesemua bahan dan kandungan inovasi digabungkan bersama untuk membentuk inovasi Smart RoMat seperti ditunjuk di Rajah 5. Pada fasa ini, Smart RoMat digunakan secara praktikal oleh murid dan guru untuk menguji keberkesanan inovasi dalam meningkatkan penguasaan murid terhadap konsep matematik, khususnya operasi tambah. Untuk memastikan inovasi berjaya, fasa perlaksanaan melibatkan beberapa aspek penting yang perlu diperincikan, termasuk konteks penggunaan, bilangan kelas yang terlibat, tempoh penggunaan, dan pengaturan pengajaran yang dirancang. Konteks penggunaan merangkumi cara inovasi digunakan dalam pengajaran dan bagaimana ia disepadukan dengan amalan pengajaran sedia ada. Sebagai permulaan, penggunaan Smart RoMat dijalankan dalam kelas tahap 1 yang melibatkan murid dari pelbagai tahap penguasaan matematik supaya data yang diperolehi adalah pelbagai untuk melihat keberkesanan inovasi. Smart RoMat digunakan dalam tempoh tiga minggu yang mana pada setiap sesi terdapat masa yang mencukupi kepada murid untuk berinteraksi dengan setiap komponen inovasi (RoMat Pintar, Kostum RoMat, dan Roket RoMat). Oleh itu, fokus awal diberikan kepada pengenalan Smart RoMat dan latihan asas menggunakan RoMat Pintar dalam menyelesaikan masalah operasi tambah; kemudian diikuti dengan penggunaan Kostum RoMat dan Roket RoMat untuk aktiviti berasaskan projek dan permainan yang membantu murid memahami konsep nilai tempat dan operasi tambah dalam cara yang lebih interaktif; dan diakhiri dengan pengukuhan pemahaman melalui pelbagai latihan menggunakan Smart RoMat.



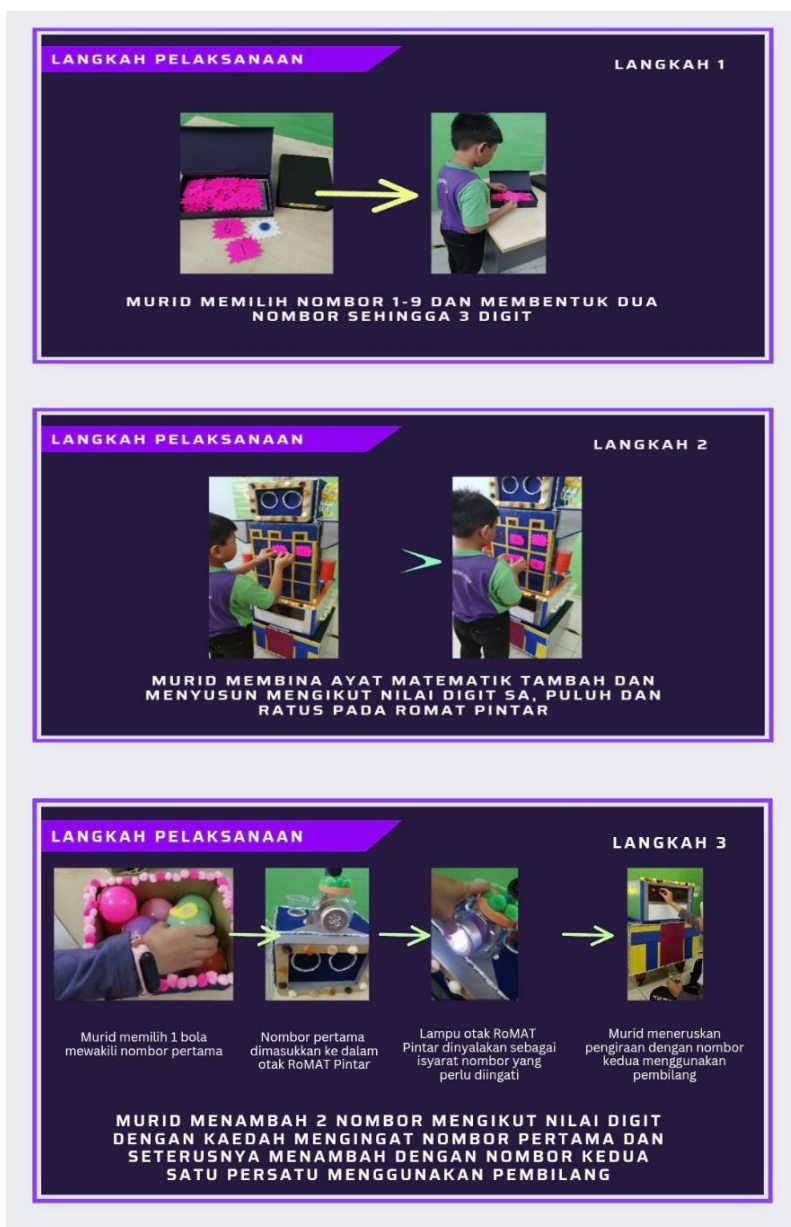
Rajah 5: Inovasi Smart RoMat

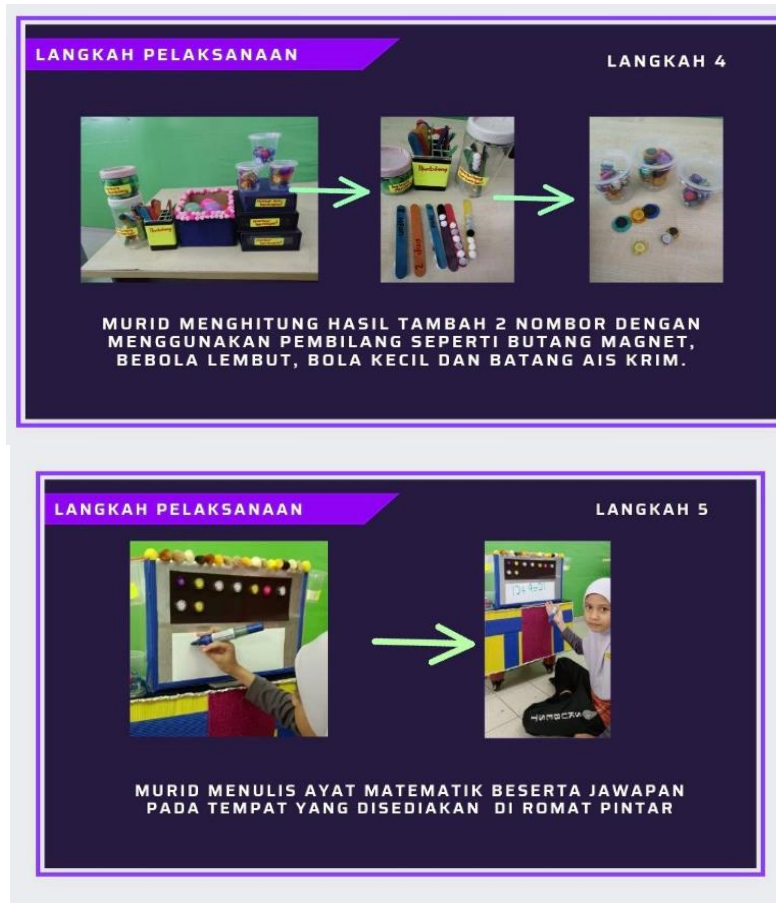
Pada fasa perlaksanaan, pengaturan pengajaran dilakukan dengan teliti untuk memastikan penggunaan Smart RoMat adalah berkesan yang melibatkan penyesuaian strategi pengajaran sedia ada dengan pengintegrasian komponen inovasi yang dibangunkan. Guru boleh memulakan sesi pengajaran dengan memperkenalkan masalah matematik berkaitan operasi tambah dalam bentuk ayat matematik, kemudian, murid menggunakan RoMat Pintar yang merupakan komponen utama Smart RoMat untuk menyelesaikan masalah, dengan arahan dan maklum balas yang diberikan oleh guru. Aktiviti ini membantu murid mengukuhkan pemahaman mereka mengenai operasi tambah dan konsep nilai tempat. Kostum RoMat pula digunakan untuk aktiviti yang lebih bersifat *role-play* yang mana murid yang memakai kostum berfungsi sebagai "RoMat", yang perlu membantu rakan dalam menyelesaikan masalah matematik. Ini bertujuan untuk memberikan elemen keseronokan dalam pembelajaran, di samping menggalakkan murid untuk lebih fokus dan bekerjasama dalam menyelesaikan masalah. Manakala Roket RoMat digunakan dalam bentuk aktiviti berasaskan projek, yang mana murid membina roket menggunakan bahan kitar semula dan nombor yang terlibat dalam operasi tambah. Murid perlu menyelesaikan masalah matematik seperti menambah nombor dalam tempat ratusan, puluhan, dan unit untuk "melancarkan" roket tersebut.

Fasa akhir iaitu fasa (5) Penilaian merupakan fasa untuk menilai Smart RoMat yang dibangunkan. Dalam fasa ini, antara kriteria yang diguna untuk menilai keberkesanan inovasi adalah dari segi keberkesanan fungsi dan kepuasan pengguna. Keberkesanan fungsi menilai sejauh mana inovasi berfungsi mengikut reka bentuk dan spesifikasi yang ditetapkan manakala kepuasan pengguna mengukur tahap kepuasan pengguna dalam penggunaan inovasi dalam keadaan sebenar. Penilaian dijalankan menggunakan pendekatan pra-ujian dan pasca-ujian yang mana murid diberi soalan ujian untuk dijawab sebelum menggunakan inovasi dan juga soalan ujian selepas menggunakan inovasi untuk melihat perubahan yang berlaku. Soal selidik juga diedarkan kepada murid untuk mendapatkan maklum balas mengenai Smart RoMat. Hasil soal selidik seterusnya dianalisis menggunakan kaedah analisis statistik. Oleh itu, kelima-lima fasa perlu dilalui bagi membangunkan Smart RoMat supaya objektif inovasi dapat dipenuhi dengan jayanya.

DAPATAN DAN PERBINCANGAN KAJIAN

Inovasi Smart RoMat yang dibangunkan terdiri daripada komponen RoMat Pintar, Kostum RoMat dan Roket RoMat. Setiap komponen dirancang dengan teliti untuk mengintegrasikan elemen STEM (Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik) dengan pendekatan pengajaran yang aktif dan menarik. RoMat Pintar adalah aktiviti PAK-21 yang mana murid membina ayat matematik bagi operasi tambah dan menghantar ayat tersebut kepada murid lain untuk mencari penyelesaian atau jawapan. Aktiviti ini bertujuan untuk meningkatkan kemahiran pemikiran kritikal. Dengan membina ayat matematik, murid dilatih untuk berfikir secara analitis dan menyelesaikan masalah dalam konteks yang lebih luas. Selain itu, RoMat Pintar membolehkan interaksi berlaku antara murid yang memberi peluang kepada mereka untuk belajar secara kolaboratif dan menjadikan pembelajaran lebih dinamik dan moden. Rajah 6 menunjukkan langkah-langkah penggunaan RoMat Pintar.





Rajah 6: Langkah-langkah menggunakan RoMat Pintar

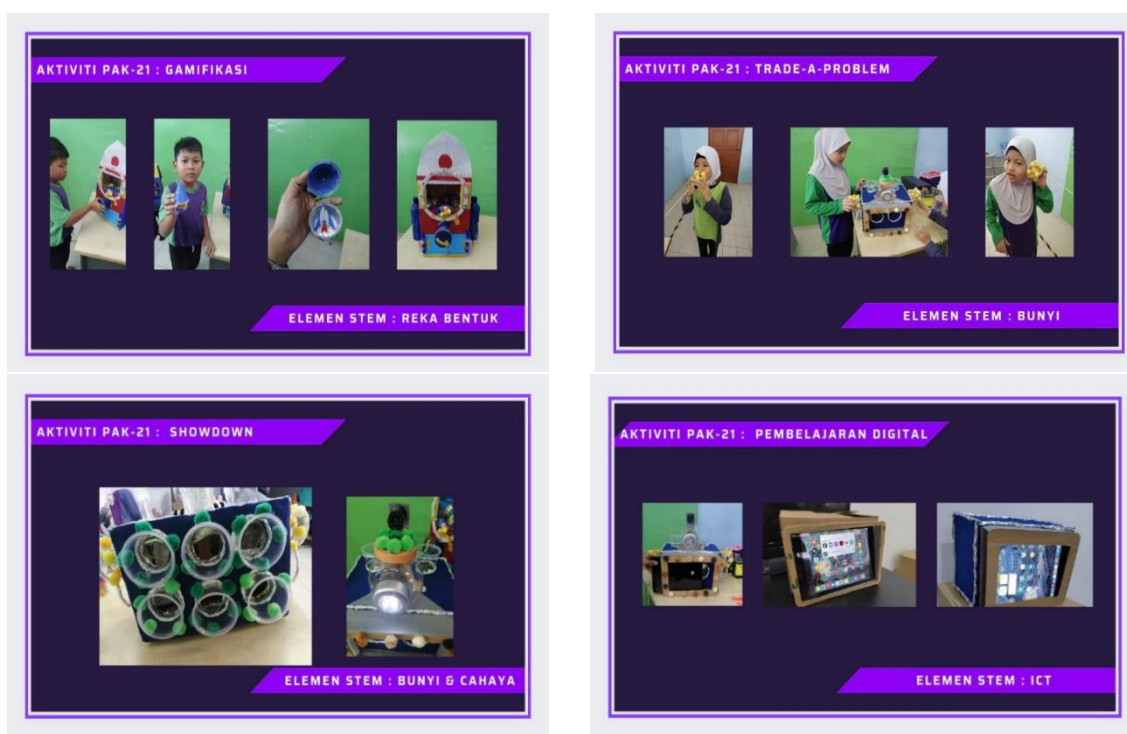
Kostum RoMat pula merupakan aktiviti *role play* yang mana murid diberi tanggungjawab memegang peranan atau watak untuk membuat persembahan mengenai penyelesaian matematik. Sebagai contoh, murid mungkin memegang peranan sebagai 'penyelesai masalah matematik' dan mempersembahkan cara mereka menyelesaikan soalan matematik di hadapan kelas. Berbeza dengan pengajaran tradisional yang mana murid mungkin hanya mendengar penerangan dan menjawab soalan di atas kertas. Tetapi dengan Kostum RoMat, murid mengambil bahagian aktif dalam proses pembelajaran untuk mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam konteks sebenar. Pendekatan ini mendorong pemikiran kreatif, kolaborasi dan komunikasi yang efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep matematik. Melalui *role-play*, murid terlibat secara langsung kerana mereka bertanggungjawab dalam menyampaikan penyelesaian masalah di samping meningkatkan rasa percaya diri dan mengurangkan rasa takut atau bimbang tentang matematik.

Manakala Roket RoMat adalah mesin ganjaran yang menggunakan elemen permainan untuk mendorong dan menggalakkan murid mengambil bahagian dan belajar menyelesaikan masalah matematik. Murid yang berjaya menyelesaikan masalah atau menjawab soalan matematik dengan betul menerima ganjaran yang berfungsi sebagai motivasi. Elemen ganjaran dalam Roket RoMat menjadikan proses pembelajaran lebih menyeronokkan dan menarik di samping menggalakkan penyertaan kerana semua murid diberi peluang untuk mengambil bahagian dan merasa dihargai atas usaha mereka dalam menyelesaikan masalah matematik.

Oleh itu, ketiga-tiga komponen Smart RoMat iaitu RoMat Pintar, Kostum RoMat, dan Roket RoMat diterapkan dengan elemen STEM dari segi teknologi, reka bentuk, magnet, bunyi, cahaya dan matematik seperti ditunjuk di Rajah 7. RoMat Pintar menggunakan teknologi menjadikan proses pengajaran dan pembelajaran bersifat interaktif dan menyeronokkan. Kostum RoMat pula mempunyai reka bentuk komponen yang menarik dapat merangsang minat murid untuk terlibat dalam aktiviti

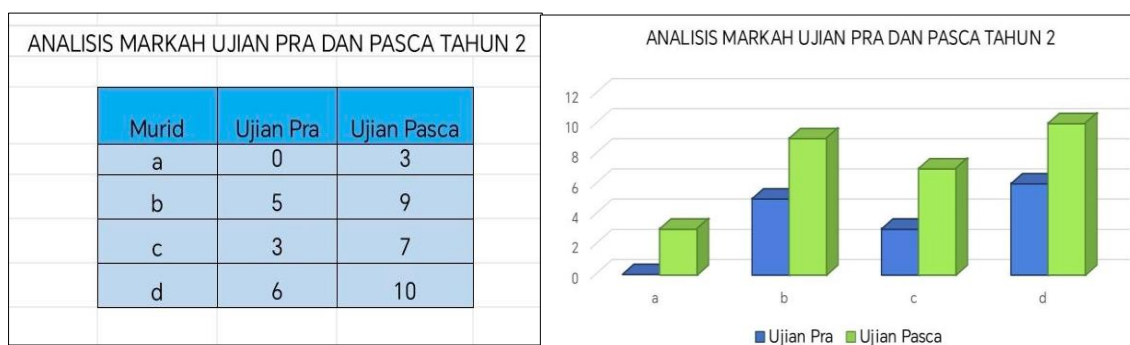
Inovasi Smart RoMat dalam meningkatkan penguasaan operasi tambah bagi pembelajaran matematik sekolah rendah

pembelajaran. Manakala dalam Raket RoMat, elemen magnet, bunyi, dan cahaya digunakan untuk memberi respons yang menarik apabila murid berjaya menyelesaikan masalah matematik untuk meningkatkan pengalaman pembelajaran mereka. Kesemua aktiviti di dalam Smart RoMat direka untuk membantu murid memahami dan mengaplikasikan konsep matematik dengan cara yang menyeronokkan dan interaktif. Setiap komponen mampu mengintegrasikan aktiviti pembelajaran yang mampu menarik minat murid untuk belajar matematik. Dengan menggunakan pendekatan seperti *role-play* dan permainan, Smart RoMat menawarkan pengalaman pembelajaran yang memupuk kreativiti, kolaborasi, dan kemahiran berfikir kritis. Dengan itu, Smart RoMat berjaya dibangun dengan mengintegrasikan elemen STEM berasaskan aktiviti PAK-21.

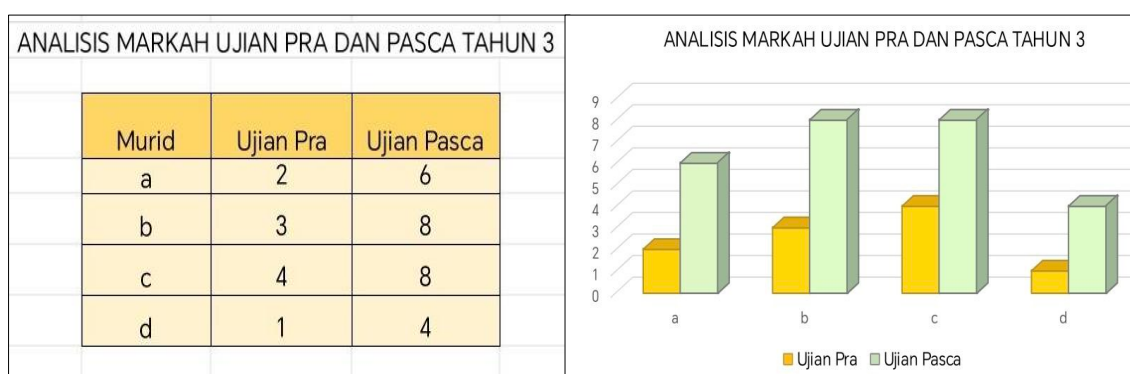


Rajah 7: Elemen STEM dalam inovasi Smart RoMat

Kajian mengumpul data kuantitatif melalui skor ujian pra dan pasca bagi memberikan gambaran yang jelas mengenai kesan penggunaan Smart RoMat terhadap pencapaian murid. Smart RoMat diuji ke atas lapan orang murid dari SK Batu Berendam sebagai kumpulan sasaran yang dipilih sebagai responden. Responden diberi ujian pra sebelum intervensi dilaksanakan. Responden dipilih berdasarkan pemerhatian awal ujian bertulis. Kumpulan sasaran adalah dalam kalangan murid pemulihan khas yang tidak dapat menyelesaikan operasi tambah dalam bentuk lazim dengan baik. Hasil ujian pasca menunjukkan bilangan responden yang menguasai kemahiran menukarkan operasi tambah kepada bentuk lazim menggunakan Smart RoMat meningkat seperti ditunjuk di Rajah 8 dan Rajah 9 masing-masing bagi analisis markah ujian pra dan pasca murid tahun 2 dan tahun 3. Jadual 2 pula menunjukkan analisis ujian-t untuk menguji perbezaan signifikan antara skor ujian pra dan pasca bagi kedua-dua kumpulan (murid tahun 2 dan tahun 3). Hasil ujian-t menunjukkan nilai $p < 0.05$, yang menunjukkan bahawa peningkatan skor adalah signifikan secara statistik. Bagi peratusan perubahan skor antara ujian pra dan pasca, pencapaian ujian pasca berbanding ujian pra bagi murid tahun 2 adalah meningkat sebanyak 51.7% manakala murid tahun 3 meningkat sebanyak 61.5%. Peningkatan peratusan menggambarkan sejauh mana murid berjaya menguasai kemahiran matematik melalui penggunaan Smart RoMat yang mana terdapat perbezaan di antara murid Tahun 2 dan murid Tahun 3. Antara faktor berlakunya perbezaan adalah disebabkan oleh tahap pemahaman matematik asas bagi murid tahun 2 yang mana mereka mungkin baru dalam penguasaan operasi matematik asas (seperti penambahan), berbanding dengan murid tahun 3 yang mungkin sudah mempunyai sedikit pengalaman dalam mempelajari topik penambahan. Oleh itu, murid tahun 3 dapat menunjukkan peningkatan yang ketara apabila menggunakan Smart RoMat, kerana inovasi ini memberi pendekatan yang interaktif dan menarik untuk pembelajaran matematik.



Rajah 8: Analisis markah ujian pra dan pasca Tahun 2



Rajah 9: Analisis markah ujian pra dan pasca Tahun 3

Jadual 2: Analisis Ujian-t

	Tahun 2		Tahun 3	
	Ujian Pra	Ujian Pasca	Ujian Pra	Ujian Pasca
Purata	3.50	7.25	2.50	6.50
Sisihan piawai	7.00	9.58	1.67	3.67
Ujian-t	-15.0000		-9.7980	
Nilai p	0.0006		0.0023	
%Peningkatan	51.7%		61.5%	

Bagi menilai keberkesanan Smart RoMat yang dibangunkan, satu soal selidik kebolehgunaan Smart RoMat dijalankan dengan menggunakan skala Likert 5 mata. Responden adalah murid dari SK Batu Berendam seramai lapan orang yang diberi penerangan terlebih dahulu dan panduan untuk menjawab soal selidik yang diberi. Dalam soal selidik ini, responden diminta memberi maklum balas tentang beberapa aspek inovasi, seperti perhatian, kerelevanan, keyakinan dan kepuasan terhadap penggunaan Smart RoMat. Skala Likert yang digunakan membolehkan responden memilih antara lima tahap, iaitu sangat tidak setuju, tidak setuju, neutral, setuju, dan sangat setuju. Interpretasi skor min bagi Skala Likert 5 mata yang digunakan adalah seperti di Jadual 3 sebagai panduan kepada penilaian tahap kebolehgunaan berdasarkan skor yang diperolehi (Salleh & Mazlan, 2022). Daripada analisis soal selidik (rujuk Jadual 4), didapati bahawa skor min berada pada tahap tinggi, yang menunjukkan bahawa Smart RoMat mendapat perhatian yang positif daripada responden. Inovasi dilihat relevan dengan keperluan pembelajaran, berupaya meningkatkan keyakinan murid, dan memberi kepuasan kepada mereka. Ini menunjukkan bahawa penggunaan alat bantu mengajar dalam pendidikan, seperti pembelajaran berasaskan permainan, mampu meningkatkan keterlibatan murid, memberi

Inovasi Smart RoMat dalam meningkatkan penguasaan operasi tambah bagi pembelajaran matematik sekolah rendah

motivasi yang lebih tinggi, dan meningkatkan keyakinan mereka dalam proses pembelajaran (Tan & Ng 2021). Oleh itu, alat bantu mengajar yang interaktif dan menarik seperti Smart RoMat dapat memberi kepuasan kepada murid, sekali gus meningkatkan pengalaman pembelajaran mereka.

Jadual 3: Interpretasi skor min

Skor min	Tahap
1.00 – 2.33	Rendah
2.34 – 3.66	Sederhana
3.67 – 5.00	Tinggi

Jadual 4: Analisis Soal Selidik

Bil	Perkara	Skor min
	PERHATIAN	
A1	Terdapat sesuatu yang menarik perhatian saya dari awal apabila Inovasi Smart RoMat diperkenalkan.	4.28
A2	Penampilan Inovasi Smart RoMat membantu menarik perhatian saya.	4.30
A3	Inovasi Smart RoMat mempunyai sesuatu yang mensimulasi perasaan ingin tahu saya.	4.45
A4	Inovasi Smart RoMat adalah menarik perhatian saya.	4.52
A5	Inovasi Smart RoMat memupuk minat saya untuk belajar.	4.45
	RELEVAN	
R1	Inovasi Smart RoMat menunjukkan konsep yang jelas tentang tajuk penambahan.	4.39
R2	Kandungan bahan dalam Inovasi Smart RoMat yang disedia adalah relevan.	4.55
R3	Rekabentuk Inovasi Smart RoMat bermakna untuk diketahui.	4.16
R5	Kandungan Inovasi Smart RoMat berguna.	4.30
	KEYAKINAN	
C1	Kali pertama melihat Inovasi Smart RoMat, saya berasa ianya mudah.	4.45
C2	Selepas diberi penerangan, saya yakin untuk menggunakan Inovasi Smart RoMat.	4.28
C3	Selepas mula menggunakan Inovasi Smart RoMat, saya bertambah yakin menggunakannya	4.36
C4	Selepas membuat latihan menggunakan set mini Inovasi Smart RoMat, saya yakin boleh lulus ujian.	4.39
	KEPUASAN	
S1	Selepas menyiapkan latihan dalam menggunakan set mini Inovasi Smart RoMat, saya berasa puas hati.	4.40
S2	Saya seronok menggunakan set mini Inovasi Smart RoMat.	4.55
S3	Saya seronok belajar topik tambah.	4.42
S4	Saya berasa puas menyiapkan tugas menggunakan Inovasi Smart RoMat	4.60
	JUMLAH	4.45

Inovasi Smart RoMat juga mendapat respon yang baik daripada murid menerusi maklum balas mereka sepanjang melaksanakan aktiviti-aktiviti yang terkandung dalam Smart RoMat. Maklum balas yang diberikan oleh murid menggambarkan keberkesanan inovasi dalam meningkatkan pemahaman mereka terhadap matematik, serta memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih menyeronokkan dan interaktif. Antara respon dan maklumbalas yang diberi oleh murid sepanjang melaksanakan aktiviti dalam Smart RoMat adalah seperti berikut:

- Murid 1: Saya rasa senang ingat dan seronok belajar tambah dengan robot cikgu.
Murid 2: Baru saya faham bagaimana mahu mengenal nombor mengikut nilai tempat.
Murid 3: Tidak sangka saya boleh tukar ayat matematik kepada bentuk lazim dengan mudah.
Murid 4: Dulu saya tiada keyakinan bila cikgu buat kuiz matematik di dalam kelas, sekarang dengan adanya Inovasi Smart RoMat saya rasa hilang rasa malu.
Murid 5: Cikgu, buatlah selalu aktiviti-aktiviti yang ada dalam Inovasi Smart RoMat.

Berdasarkan maklum balas yang diterima, beberapa tema utama dikenalpasti iaitu dari segi peningkatan keyakinan diri, pemahaman nilai tempat dan juga keterlibatan serta motivasi dalam pembelajaran. Dari segi peningkatan keyakinan diri, Murid 4, contohnya, menyatakan bahawa beliau kini merasa kurang malu semasa menjawab kuiz matematik yang mana selaras dengan kajian Hui dan Rosli (2021) yang menunjukkan bahawa pendidikan yang interaktif dapat mengurangi kebimbangan matematik dan meningkatkan keyakinan murid dalam subjek tersebut. Murid 2 pula melaporkan pemahaman yang lebih baik mengenai nilai tempat selepas menggunakan inovasi Smart RoMat yang konsisten dengan penemuan kajian Munthe (2008) yang menunjukkan bahawa penggunaan alat bantu dalam pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman konsep matematik, termasuk nilai tempat. Manakala maklum balas Murid 1 dan Murid 5 menunjukkan keterlibatan aktif dan motivasi mereka yang tinggi dengan adanya pendekatan pembelajaran berasaskan permainan (Mardiana & Hajron 2024). Maklum balas murid mencerminkan keberkesanan Smart RoMat dalam meningkatkan keyakinan diri, pemahaman konsep matematik, dan motivasi pembelajaran. Hal ini sejajar dengan teori pembelajaran konstruktivis yang menekankan pembelajaran aktif dan penggunaan alat bantu untuk meningkatkan pengalaman pembelajaran (Sinaga et al. 2024).

Selain daripada maklum balas yang diterima melalui sesi pengajaran dan pembelajaran, perkongsian melalui media sosial juga menunjukkan respon yang positif terhadap Smart RoMat. Pengguna media sosial, terutama dalam kalangan guru, murid, dan ibu bapa, menunjukkan minat untuk mengetahui lebih lanjut mengenai Smart RoMat dan bagaimana ia dapat membantu dalam pembelajaran matematik. Antara maklum balas yang diterima adalah melalui komen dan pertanyaan dari pengguna media sosial. Guru dan ibu bapa memberi komen positif bahawa anak-anak mereka tertarik untuk belajar matematik selepas menggunakan inovasi yang mana menggambarkan peningkatan dalam penglibatan murid. Terdapat juga pertanyaan mengenai cara untuk menggunakan inovasi yang menunjukkan bahawa ada keinginan untuk mencuba inovasi dalam kalangan guru dan ibu bapa. Komen dan maklum balas positif membantu memperkenalkan Smart RoMat kepada lebih ramai guru, ibu bapa, dan komuniti pendidikan. Penerimaan bukan sahaja mencerminkan keberkesanan inovasi dalam meningkatkan pembelajaran matematik, tetapi juga menunjukkan bagaimana Smart RoMat mampu membangkitkan semangat kolaborasi antara guru, ibu bapa, dan masyarakat.

Oleh itu, melalui Smart RoMat, murid dapat menyelesaikan masalah matematik dengan tepat kerana menulis nombor pada nilai tempat yang betul. Mereka juga seronok dan teruja dapat gunakan bahan secara *hands-on*. Inovasi Smart RoMat mengaktifkan penglibatan murid bukan sahaja secara individu malahan berpasangan dan memberikan hasil kerja murid yang kemas dan betul. Secara tidak langsung, murid yang lemah boleh dibantu oleh murid yang mahir semasa pembelajaran sendiri dan memahirkan mereka untuk menulis, mengira dan menyelesaikan masalah matematik dengan menggunakan Smart RoMat. Maka, pembangunan Smart RoMat merupakan satu inovasi yang membantu guru menjalankan sesi pengajaran dan pembelajaran dengan berkesan.

KESIMPULAN

Inovasi Smart RoMat terbukti berkesan dalam memupuk minat dan meningkatkan motivasi murid untuk belajar matematik melalui pendekatan pembelajaran yang menyeronokkan. Dengan mengintegrasikan elemen-elemen STEM dan konsep PAK-21, ia memberi pengalaman pembelajaran yang lebih menyeluruh dan relevan dengan perkembangan abad ke-21. Kaedah didik hibur yang mengintegrasikan elemen STEM dalam Smart RoMat dapat mencetuskan minat murid terhadap matematik dan memberi mereka peluang untuk belajar dalam suasana yang lebih memberangsangkan (Mohd Nor & Rosli, 2023;

Raja et al. 2023). Kajian Mohd Nor dan Rosli (2023) menunjukkan bahawa murid lebih berminat untuk belajar apabila mereka dapat melihat kaitan antara konsep matematik dan dunia nyata secara santai. Manakala kajian Raja et al. (2023) pula mendapati pendekatan pembelajaran berbantuan alat bantu mengajar mampu membentuk pembelajaran yang menyeronokkan sama ada di dalam kelas atau pun secara sendiri. Oleh itu, peningkatan skor ujian murid sebanyak 51% hingga 61% selepas menggunakan Smart RoMat membuktikan bahawa pengintegrasian elemen STEM dan Konsep PAK-21 dalam Smart RoMat memberi kesan positif kepada pencapaian murid.

Inovasi Smart RoMat dapat meningkatkan prestasi murid dalam subjek matematik kerana menggunakan pendekatan pembelajaran interaktif dan *hands-on* yang berpusatkan murid seperti dalam kajian Nizam dan Rosli (2021). Dalam kajian Nizam dan Rosli (2021), murid yang menggunakan pendekatan pembelajaran interaktif dan *hands-on* menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman konsep matematik dan penyelesaian masalah. Ini kerana Smart RoMat bersifat inklusif yang mempunyai pelbagai pilihan aktiviti seperti memadan, membilang, menyebut, bermain, dan aktiviti *hands-on*, yang membolehkannya diakses oleh semua murid, tanpa mengira latar belakang dan tahap kemahiran. Aktiviti interaktif yang terdapat dalam Smart RoMat memenuhi keperluan murid dengan pelbagai tahap pemahaman, bagi memastikan mereka dapat mengikuti aktiviti dengan kadar pencapaian yang sesuai dengan keupayaan mereka. Aktiviti-aktiviti juga boleh dilakukan sama ada secara individu atau berkumpulan, yang meningkatkan lagi aspek kerjasama dan pembelajaran sosial dalam kalangan murid. Oleh itu, dengan adanya pendekatan yang merangkumi pelbagai jenis aktiviti, memberikan peluang kepada murid untuk terlibat dalam proses pembelajaran secara aktif.

Inovasi Smart RoMat bukan sahaja sesuai digunakan di dalam bilik darjah bahkan sesuai digunakan ketika aktiviti di luar bilik darjah. Di dalam bilik darjah, murid menunjukkan minat yang tinggi terhadap aktiviti yang melibatkan pendekatan pembelajaran aktif yang disediakan. Smart RoMat didapati dapat memperbaiki pemahaman matematik murid, terutamanya dalam aspek operasi tambah dan penguasaan nilai tempat. Aktiviti interaktif yang terdapat dalam Smart RoMat memberikan murid peluang untuk belajar dengan cara yang lebih menyeronokkan dan mudah difahami yang meningkatkan motivasi dan keyakinan diri dalam subjek matematik. Manakala di luar bilik darjah, Smart RoMat diguna dalam aktiviti pembelajaran yang melibatkan interaksi sosial seperti melaksanakan aktiviti secara berkumpulan di taman sekolah atau kawasan permainan. Smart RoMat membolehkan murid untuk berkolaborasi secara lebih aktif dan kreatif dalam situasi yang lebih santai dan menyeronokkan yang memberikan mereka peluang untuk mengaplikasikan pengetahuan matematik dalam konteks yang lebih praktikal dan realistik. Kajian Mohd Nor & Rosli (2023) menunjukkan bahawa pembelajaran di luar bilik darjah bukan sahaja meningkatkan penglibatan murid, tetapi juga memberikan mereka peluang untuk meneroka dan mengaplikasikan konsep-konsep matematik dalam persekitaran yang lebih luas.

Walaupun kajian menunjukkan keberkesanan Smart RoMat dalam membantu murid menguasai operasi tambah, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan. Antaranya adalah saiz sampel yang kecil yang hanya melibatkan murid dari satu sekolah iaitu SK Batu Berendam dan hanya melibatkan lapan orang responden. Saiz sampel yang kecil menghadkan dapatan kajian. Kajian juga terhad kepada satu sahaja operasi asas dalam matematik iaitu operasi tambah dan tidak merangkumi pelbagai operasi matematik lain seperti tolak, darab dan bahagi. Oleh itu, impak inovasi terhadap konsep matematik yang lain tidak dapat dipastikan. Selain itu, kajian melihat keberkesanan Smart RoMat dalam jangka masa pendek. Maka, untuk mendapatkan gambaran yang menyeluruh mengenai keberkesanannya, kajian lanjutan boleh memfokuskan pada kesan jangka panjang penggunaan Smart RoMat. Penilaian boleh melibatkan pemantauan prestasi murid dalam tempoh yang lebih panjang untuk melihat sejauh mana pembelajaran yang diperoleh bertahan dan diterapkan dalam konteks matematik yang lebih luas.

Selari dengan perkembangan teknologi, Smart RoMat boleh ditambah baik di masa hadapan dengan membangunkan aplikasi mudah alih yang membolehkan murid menggunakan Smart RoMat di telefon pintar atau tablet. Aplikasi yang dibangun boleh menyediakan latihan interaktif secara mudah alih dengan ciri-ciri gamifikasi, yang boleh meningkatkan minat murid untuk belajar matematik dengan

cara yang lebih menarik dan menyeronokkan. Aplikasi juga boleh disesuaikan dengan keperluan individu dengan memberikan soalan yang sesuai berdasarkan tahap pemahaman dan kemajuan setiap murid. Dengan itu, Smart RoMat berpotensi untuk disebar luas kepada pihak lain sama ada dalam kalangan murid, guru mahu pun pihak awam.

Oleh itu, Smart RoMat berpotensi untuk disebar luaskan dengan melaksanakan program latihan kepada guru-guru, mengintegrasikan inovasi dalam kurikulum kebangsaan, dan melakukan penyelidikan berterusan ke atas Smart RoMat. Pelaksanaan program latihan kepada guru-guru melibatkan pengenalan kepada Smart RoMat serta cara-cara menggunakannya dalam kelas untuk membantu murid memahami operasi tambah dengan lebih baik. Modul latihan yang mengintegrasikan penggunaan Smart RoMat dalam pengajaran matematik di sekolah rendah perlu dibangun dan dilakukan sesi latihan secara berkala. Dengan adanya latihan berkala, guru mendapat pendedahan tentang inovasi dan meningkatkan pengajaran mereka (Mohd Nor & Rosli 2023). Pengintegrasian antara Smart RoMat dengan kurikulum kebangsaan boleh membantu menjadikan Smart RoMat alat pengajaran yang lebih menyeluruh. Maka, penyelarasan kandungan Smart RoMat dengan keperluan dan objektif kurikulum matematik negara serta penyesuaian aktiviti untuk memenuhi pelbagai tahap kemahiran murid perlu dilakukan untuk meningkatkan kualiti pembelajaran dan pencapaian akademik murid (Raja et al. 2023). Bagi memastikan Smart RoMat terus relevan dan berkesan, penyelidikan perlu dilakukan secara berterusan untuk menilai impaknya, mengenal pasti kekuatan dan kelemahan, serta mencari cara untuk meningkatkannya. Dengan itu, penyelidikan berterusan adalah penting untuk menilai keberkesanan Smart RoMat dan memperbaiki ciri-cirinya mengikut keperluan semasa.

RUJUKAN

- Al-Amri, S., Hamid, S., Noor, N. F. M., & Gani, A. (2023). A framework for designing interactive mobile training course content using augmented reality. *Multimedia Tools and Applications*, 1-51.
- Albion, P., & Campbell, C. (2018). *Technologies education for the primary years*. Cengage AU.
- Azhar, N. A., & Rosli, R. (2021). Analisis kandungan topik tambah dan tolak dalam buku teks matematik tahap 1 sekolah kebangsaan. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 3(1), 394-405.
- Beetham, H., & Sharpe, R. (2013). *Rethinking pedagogy for a digital age: Designing for 21st century learning*. Routledge.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7-74.
- Ennie Afvany Mohamad & Aidah Abd Karim. (2023). Analisis keperluan: Pembangunan modul drawme (DM) dalam meningkatkan kemahiran matematik berayat sekolah rendah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 8(3), e002151.
- Farmer, T. W., Talbott, E., McMaster, K., Lee, D., & Aceves, T. (2022). *Handbook of Special Education Research, Volume I*. New York: Routledge.
- Fuchs, D., & Fuchs, L. S. (2006). Introduction to response to intervention: What, why, and how valid is it? *Reading Research Quarterly*, 41(1), 93-99.
- Gersten, R., Chard, D. J., Jayanthi, M., Baker, S. K., & Griffiths, G. (2009). Additional mathematics instruction for students with difficulties in mathematics: A meta-analysis. *Journal of Learning Disabilities*, 42(5), 372-400.
- Hui, E. X., & Rosli, R. (2021). Kebimbangan dan efikasi sendiri terhadap pembelajaran matematik dalam kalangan pelajar tingkatan empat. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 6(3), 41-53.
- Jamil, M. R. M., & Noh, N. M. (2020). *Kepelbagaian metodologi dalam penyelidikan reka bentuk dan pembangunan*. Shah Alam: Qaisar Prestige Resources.
- Kalairajan, S., & Daud, M. Y. (2020). Meningkatkan kemahiran murid dalam menyelesaikan operasi tambah nombor perpuluhan dengan menggunakan fishbone decimal board (FDB). *Jurnal Dunia Pendidikan*, 2(1), 49-57.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267-277.
- Koponen, T., Aro, T., Peura, P., Leskinen, M., Viholainen, H., & Aro, M. (2021). Benefits of integrating an explicit self-efficacy intervention with calculation strategy training for low-performing elementary students. *Frontiers in psychology*, 12, 714379.

Inovasi Smart RoMat dalam meningkatkan penguasaan operasi tambah bagi pembelajaran matematik sekolah rendah

- Lim, C. C., & Maat, S. M. (2023). Pengintegrasian STEM dalam pembelajaran dan pemudahcaraan (PdPc) matematik: Sorotan literatur bersistematik. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 5(3), 161-177.
- Llinares, S., Krainer, K., & Brown, L. (2020). Mathematics teachers and curricula. *Encyclopedia of Mathematics Education*, 600-604.
- Llobregat Gómez, N. (2020). STEM subjects face the haptic generation: The Ischolar. Doctoral dissertation. Universitat Politècnica de València.
- Mardiana, T., & Hajron, K. H. (2024). Efektivitas Teknologi Pendidikan Dalam Pembelajaran Matematika: A systematic Literature Review. *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan dan Informatika*, 10(2), 102-116.
- Matematik; Program Pemulihan Khas. Bahagian Pendidikan Khas. Kementerian Pendidikan Khas.
- Mohd Nor, M.R. & Rosli, R. (2023). Elemen didik hiburan dalam buku teks matematik kurikulum standard sekolah rendah. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 5(1), 346-359.
- Munthe, F. T. (2008). Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Matematika Tentang Nilai Tempat. *Perspektif ilmu pendidikan*, 17(IX), 259539.
- National Academy of Engineering. (2009). Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects. The National Academies Press.
- National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Division of Behavioral, Social Sciences, Board on Science Education, & Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. National Academies Press.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). (2000). Principles and Standards for School Mathematics. NCTM.
- Nizam, N. A., & Rosli, R. (2021). Year Four Pupils' Self Efficacy and Knowledge of Fractions: Efikasi Kendiri dan Pengetahuan dalam Topik Pecahan bagi Murid Tahun Empat. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 11(1), 77-87.
- Partnership for 21st Century Skills. (2009). P21 framework definitions. ERIC Clearinghouse.
- Program Pemulihan Khas. (2019). Buku Panduan Pengajaran dan Pembelajaran.
- Raja, L. S., Surat, S., & Rahman, S. (2023). Hubungan antara konsep kendiri dan motivasi dengan pencapaian matematik dalam kalangan murid sekolah rendah. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 5(1), 621-635.
- Rasdi, S. S., Masnan, A. H., Hamzah, M., & Ghazali, M. (2021). Pembangunan dan kebolegunaan modul pengajaran berasaskan game board dalam pembelajaran operasi nombor kanak-kanak prasekolah. *Jurnal Pendidikan Awal Kanak-kanak Kebangsaan*, 10(2), 71-84.
- Salleh, M. M., & Mazlan, A. N. (2022). Student Perceptions of Learning Physical Education and Health Subjects Online. *Jurnal Sains Sukan & Pendidikan Jasmani*, 11, 8-13.
- Sedi, N., & Mazlan, M. N. A. (2022). The benefits of blended learning approach in mathematics education: Manfaat Pendekatan Pembelajaran Teradun dalam Pendidikan Matematik. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 12(2), 67-76.
- Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2005). Developmental and individual differences in strategies for adding and subtracting. *Child Development*, 76(6), 1491-1505.
- Sinaga, M. N., Ringo, S. S., & Netrallia, M. C. (2024). Teori Belajar Sebagai Landasan Bagi Pengembangan Teknologi Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Indonesia: Teori, Penelitian, dan Inovasi*, 4(1), 8-19.
- Siraj, S., Abdullah, M. R. T. L., & Rozkee, R. M. (2020). Pendekatan penyelidikan rekabentuk dan pembangunan: Aplikasi kepada penyelidikan pendidikan. Penerbit UPSI.
- Sönmez, N., & Alptekin, S. (2020). Teaching a student with poor performance in mathematics to recall of multiplication facts using simultaneous prompting with systematic review and corrective feedback. *World Journal of Education*, 10(3), 33-46.
- Tan, H., & Ng, C. (2021). Teknologi dalam Pendidikan: Kesan Terhadap Motivasi dan Kepercayaan Murid. *Jurnal Psikologi Pendidikan*, 18(3), 142-159.
- Ting, S. L., & Rosli, R. (2024). Persepsi guru terhadap jenis kesilapan menyelesaikan masalah matematik berayat dalam kalangan murid sekolah rendah. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 6(1), 626-637.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). 21st century skills: Learning for life in our times. John Wiley & Sons.
- Van de Walle, J. A. (2004). Teaching mathematics: Concepts and activities. Pearson Education.
- Zainal, A. F., Zakaria, E., & Maat, S. M. (2020). Penggunaan kaedah “Geng 10” terhadap kemahiran menolak melibatkan pengumpulan semula murid tahun 1. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 2(1), 102-112.
- Zainuddin, S. A. H. S., & Abdullah, A. H. (2023). Kreativiti Murid dalam Pembelajaran Geometri di Sekolah Rendah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 8(4), e002263-e002263.