

Aplikasi Pembelajaran Uji Kaji Sains Darjah 5 (Cerdik Sains)

Grade 5 Science Experiment Learning Application (Cerdik Sains)

**Muhammad Danish Zuhairi Zuraimi, Muhammad Haziq Iskandar
Mohammad Faizal, Nur Hafdzan Ekhsan Muhammad Shukor, Rosfuzah
Roslan***

*Jabatan Teknologi Maklumat, Pusat Pengajian Diploma,
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM), Hab Pendidikan Tinggi Pagoh, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA*

*Pengarang Utama: rosfuzah@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/mari.2025.06.04.028>

Maklumat Artikel

Diserah: 01 September 2025

Diterima: 15 Oktober 2025

Diterbitkan: 01 Disember 2025

Kata Kunci

Aplikasi mudah alih, amali Sains
darjah 5, simulasi digital uji kaji

Abstrak

Matapelajaran Sains merupakan salah satu matapelajaran yang mencabar dan memerlukan demonstrasi untuk murid memahaminya. Namun begitu, guru kadangkala mempunyai kekangan masa dalam melaksanakan sesi amali Sains dan demonstrasi. Di samping itu, faktor kekurangan bahan bantu mengajar berbentuk digital Sains mengikut skop silibus Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) juga menjadi pendorong kepada kajian dan pembangunan aplikasi mudah alih Cerdik Sains. Aplikasi Cerdik Sains dibina sebagai alternatif kepada uji kaji fizikal yang selalunya dilakukan di makmal sains sekolah. Aplikasi Cerdik Sains menawarkan pelaksanaan uji kaji atau simulasi secara digital yang interaktif. Objektif-objektif kajian adalah, (i) merekabentuk kandungan simulasi uji kaji matapelajaran Sains darjah 5 mengikut silibus buku teks KPM, (ii) membangunkan aplikasi mudah alih simulasi uji kaji matapelajaran Sains darjah 5 berdasarkan dokumen rekabentuk yang dikenalpasti, dan (iii) melaksanakan pengujian Beta dan pengujian penerimaan pengguna bagi mendapatkan maklumbalas berkenaan produk yang telah dihasilkan. Kaedah metodologi yang digunakan adalah metodologi 'rekabentuk permainan' hasil terbitan dari model SADDIE. Fasa-fasa dalam metodologi tersebut merangkumi enam peringkat penting iaitu spesifikasi, analisis, reka bentuk, pembangunan, pelaksanaan dan penilaian. Aplikasi ini telah dibangunkan menggunakan perisian GamemakerStudio2 dan bahasa pengaturcaraan GameMaker (GML). Melalui beberapa sesi pengujian yang dijalankan di Sekolah Kebangsaan Kota Raja, Panchor, Johor, aplikasi ini telah menerima maklumbalas yang positif dari segi alur permainan/ujikaji, kandungan, ramah pengguna dan penerimaan produk. Tuntasnya, pembelajaran Sains yang menggunakan teknologi mudah alih dapat menyediakan capaian pantas terhadap kandungan pembelajaran. Manakala, penggabungan elemen-elemen multimedia juga telah berjaya menarik minat murid kepada topik-topik amali matapelajaran Sains.

Keywords

Mobile learning application, standard 5 science experiment, digital experiment simulation

Abstract

Science is one of the subjects that is challenging and requires demonstrations for students to understand it. However, teachers sometimes face time constraints in conducting practical sessions and demonstrations. Additionally, the lack of digital teaching aids for science experiments that is based on the Ministry of Education Malaysia (MOE) curriculum scope, is also the driving factor for the research and development of Cerdik Sains application. Cerdik Sains application is a mobile application for experiment simulation of the 5th grade Science subject. It is built as an alternative to the physical experiment conducted in school science laboratories. The Cerdik Sains application offers interactive digital lab experiments or simulations. The objectives of this study are; (i) designing the Grade 5 Science experiment simulation content according to the MOE textbook syllabus, (ii) developing a mobile application for the Grade 5 Science experiment simulation based on the identified design documents, and (iii) performing Beta testing and user acceptance testing (UAT) to gather feedback on the Cerdik Sains application. The methodology used in this study is the 'game design' methodology, which was derived from the SADDIE model. The phases in the methodology include six important stages namely specification, analysis, design, development, implementation and evaluation. The application was developed using GamemakerStudio2 and the GameMaker Language (GML). Through a series of tests conducted at Sekolah Kebangsaan Kota Raja, Panchor, Johor, the application received positive feedback in terms of the gameplay/experimentation flow, content, user-friendliness, and product acceptance. In conclusion, learning Science through mobile technology is a way to provide quick access to the learning content. Meanwhile, the combination of multimedia elements had also succeeded in attracting students' interest towards the practical topics of the Science subject.

1. Pendahuluan

Matapelajaran Sains adalah satu bidang ilmu yang berkait rapat dengan proses hasil dan sikap yang menyumbang kepada kesejahteraan manusia. Ianya menitikberatkan pendekatan kaedah inkuiri dan penyelesaian masalah. Sains memerlukan murid menghubungkan fakta dan konsep, membuat penakulan dan mengaitkan pembelajaran baru dengan ilmu yang sedia ada. Sains dan Teknologi membantu murid membentuk kemahiran baru, selain menggalakkan kreativiti dalam memahami bagaimana sesuatu itu berfungsi [1]. Cabaran dalam pembelajaran Sains di sekolah adalah pemahaman konsep yang sukar yang mana melibatkan pemikiran abstrak dan penerangan yang agak kompleks. Kekurangan sumber dan bahan bantu mengajar seperti bahan digital juga boleh menyebabkan murid sukar untuk menghubungkan teori dengan aplikasi sebenar. Di samping itu, keterlibatan murid yang rendah juga menjadi isu, kerana pengajaran yang lebih banyak berbentuk teori dan tidak melibatkan murid dalam aktiviti yang menyeronokkan atau praktikal, mungkin boleh membuatkan murid hilang minat [2]. Silibus pembelajaran yang banyak turut menjadi faktor penyumbang kepada matapelajaran tersebut kurang diminati. Bagi matapelajaran Sains, adalah lebih baik pelajar didedahkan dengan aktiviti penerokaan dan pemerhatian di luar bilik darjah [3].

Bersesuaian dengan era digital pada masa kini, pembelajaran digital mempunyai potensi yang besar untuk menjadi alat pembelajaran yang berkesan dalam meningkatkan tahap kemahiran proses sains murid. Ini kerana ianya telah terbukti dapat meningkatkan motivasi dan minat murid terhadap mata pelajaran Sains, khususnya berdasarkan kajian dari Ahmad et al (2021) [4]. Justeru itu, kajian ini memfokuskan kepada penghasilan sebuah aplikasi mudah alih pembelajaran amali Sains darjah 5 berdasarkan kepada sillabus pembelajaran Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM) [5]. Produk ini bertujuan untuk memberikan alternatif pembelajaran dan pelaksanaan uji kaji Sains secara maya menggunakan peranti mudah alih seperti telefon bimbit atau tablet. Topik-topik yang terkandung dalam aplikasi ini adalah topik-topik pembelajaran Sains darjah 5 iaitu manusia, haiwan, tumbuhan, elektrik, haba, pengilangan, jirim, fasa bulan dan mesin. Terdapat dua bahagian dalam aplikasi Cerdik Sains iaitu bahagian (i) uji kaji, dan (ii) kuiz. Objektif – objektif bagi kajian ini melibatkan:

- (i) merekabentuk kandungan bagi simulasi uji kaji matapelajaran Sains darjah 5 mengikut silibus buku teks KPM
- (ii) membangunkan aplikasi mudah alih simulasi uji kaji matapelajaran Sains darjah 5 berdasarkan dokumen rekabentuk yang telah dikenalpasti
- (iii) melaksanakan pengujian Beta dan penerimaan pengguna (*user acceptance testing*) untuk mendapatkan maklumbalas terhadap produk yang dibangunkan

1.1 Kajian Literasi

Kajian literasi dijalankan untuk memahami keperluan aplikasi pembelajaran amali Sains khususnya di sekolah rendah. Penelitian dilakukan terhadap pendekatan-pendekatan pembelajaran Sains yang diamalkan di Malaysia bagi mengenal pasti keberkesanan kaedah sedia ada serta cabaran yang dihadapi oleh guru dan murid semasa melaksanakan aktiviti amali. Di samping itu, kajian literasi ini juga memberi tumpuan kepada penggunaan bahan bantu mengajar (BBM) berasaskan teknologi elektronik dan digital seperti aplikasi interaktif, simulasi makmal maya, dan video eksperimen sebagai alat sokongan dalam proses pengajaran dan pembelajaran (PdP).

1.2 Pendekatan Pembelajaran Sains di Malaysia

Subjek Sains di Sekolah Rendah Malaysia telah menerapkan pelbagai pendekatan dalam usaha meningkatkan minat murid seperti aktiviti praktikal, penerangan berdasarkan rujukan video dan juga permainan, samada digital atau fizikal. Aktiviti yang terbukti keberkesanannya adalah aktiviti 'hands-on' atau praktikal yang boleh dicapai melalui sesi amali di makmal sains [5]. Melalui sesi amali murid dapat melatih diri mendefinisi secara operasi, mentafsir data, menyatakan inferens dan membuat ramalan, hasil dari pemerhatian mereka [6]. Namun begitu, untuk mencapai keberkesanan yang menyeluruh, murid perlu menjalankan aktiviti yang dirancang secara terang dan jelas [7]. Terdapat kekangan yang dihadapi oleh guru Sains dalam menjalankan aktiviti amali, contohnya seperti kekurangan makmal sains, kekurangan alat radas, kelemahan guru dalam pengawalan murid di dalam makmal [8], dan kekurangan pengetahuan Kemahiran Proses Sains (KPS) di kalangan guru Sains [9] itu sendiri.

Secara keseluruhannya, pendekatan pembelajaran Sains di Malaysia menumpukan kepada pembinaan kemahiran saintifik, pemikiran kritikal, dan sikap ingin tahu dalam kalangan murid. Seiring dengan perkembangan teknologi dan dasar pendidikan digital negara, pembelajaran Sains kini semakin digalakkan menggunakan pendekatan berasaskan teknologi seperti aplikasi mudah alih, video interaktif, simulasi makmal maya, serta platform e-pembelajaran. Pendekatan ini bukan sahaja menjadikan PdP lebih menarik dan interaktif, tetapi juga membantu guru memperluas kaedah penyampaian ilmu di luar bilik darjah tradisional.

1.3 Pembelajaran Berasaskan Bahan Bantu Mengajar (BBM) Elektronik/Digital

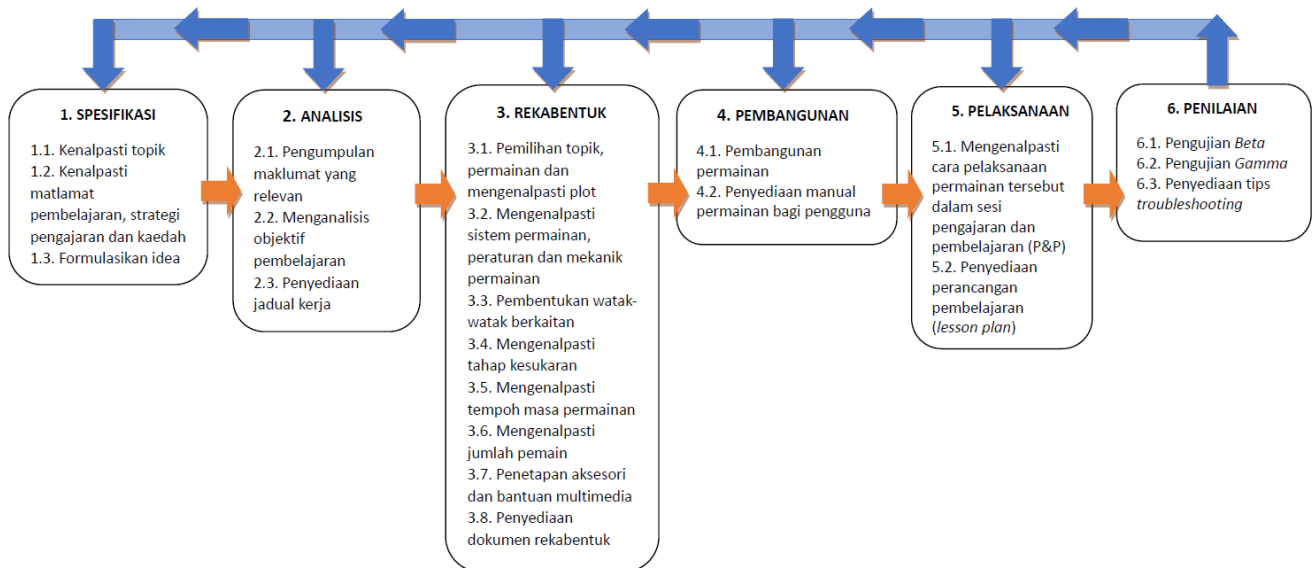
Menurut Aziz Shah et al. [10], penentuan kaedah pembelajaran dalam sesi pengajaran dan pembelajaran oleh guru amat mempengaruhi tahap dan daya tumpuan murid. Bahan Bantu Mengajar (BBM) adalah satu elemen penting yang digunakan dalam proses pengajaran dan pembelajaran. BBM boleh dikategorikan kepada BBM bukan elektronik, BBM berbentuk elektronik dan bahan bercorak pengalaman atau bahan sebenar [11]. Penggunaan buku teks dan papan putih sahaja tidak mencukupi sebagai kaedah pengajaran guru dalam proses pengajaran dan pembelajaran, bahkan guru perlu menggunakan teknologi kerana lazimnya kaedah tersebut adalah interaktif. Kaedah penyampaian menggunakan pendekatan teknologi kini mudah dilaksanakan kerana murid zaman ini telah didedahkan dengan penggunaan teknologi dalam kehidupan seharian [12].

Pembelajaran berasaskan BBM digital adalah satu proses pembelajaran yang dinamik yang turut menghubungkan elemen permainan dan motivasi [13, 14]. Berdasarkan kepada kajian-kajian yang terdahulu, pengajaran berasaskan BBM digital terbukti berkesan dalam meningkatkan motivasi dan pencapaian murid [15, 16, 17]. Penggunaan BBM digital dalam pembelajaran sesuai digunakan untuk semua peringkat sama ada sekolah rendah, sekolah menengah atau peringkat yang lebih tinggi, namun begitu cara ianya diintegrasikan perlu dititikberatkan [18]. Kajian yang dijalankan oleh Bayir (2019) [19] menunjukkan penggunaan permainan digital dalam pembelajaran sains berjaya membawa murid meneroka konsep sains yang dipelajari dengan lebih mendalam disamping dapat memupuk kemahiran inkuiri dalam persekitaran yang menyeronokkan.

2. Metodologi

Metodologi pembangunan bagi aplikasi Cerdik Sains adalah berdasarkan metodologi 'rekabentuk permainan' yang diperkenalkan oleh Jedrinović et al. [20] yang mana adalah terbitan daripada model SADDIE [21]. Kaedah SADDIE adalah versi yang dipertingkatkan daripada kaedah ADDIE di mana fasa spesifikasi ditambahkan sebagai fasa pertama dalam proses. Jedrinović et al. [20] telah menambahbaik metodologi SADDIE dengan

menyenaikan langkah-langkah yang lebih terperinci bagi tujuan pembangunan produk pembelajaran digital dan berbentuk permainan seperti di dalam Rajah 1. Ianya merangkumi fasa spesifikasi, analisis, rekabentuk, pembangunan, pelaksanaan, dan penilaian. Model ini mengandungi enam fasa yang saling berkaitan yang seterusnya akan menjadi panduan bagi pembangun mencipta aplikasi pembelajaran dan mempunyai elemen permainan. Metodologi 'rekabentuk permainan' Jedrinović et al. [20] memberikan panduan tentang cara membangunkan permainan yang mempromosikan komunikasi, pemikiran kreatif dan penyesuaian diri di kalangan pengguna (murid).



Rajah 1 Metodologi rekabentuk-permainan Jedrinović et al. (2020) terbitan dari model SADDIE

2.1 Spesifikasi

Fasa ini melibatkan pengenalpastian matlamat dan keperluan aplikasi pembelajaran amali Sains darjah 5. Ini termasuk perkara seperti matlamat pembelajaran, pengguna sasaran dan jenis kandungan. Pengumpulan maklumat yang terperinci dilakukan mengenai konsep pada aplikasi pembelajaran, mempelajari gaya pembelajaran murid, serta topik-topik pembelajaran amali Sains darjah 5 yang akan disertakan dalam aplikasi iaitu topik manusia, haiwan, tumbuhan, elektrik, haba, pengaratan, jirim, fasa bulan dan mesin. Idea-idea pembangun dan juga guru Sains darjah 5 Sekolah Kebangsaan Kota Raja, Pagoh, Johor turut dikenalpasti, supaya penghasilan produk akan bertepatan dengan keperluan yang telah dibincangkan.

2.2 Analisis

Fasa analisis memfokuskan kepada kajian terhadap bahan keperluan yang telah dikumpulkan sebagai langkah untuk menghasilkan rancangan dan perjalanan produk aplikasi pembelajaran. Ini termasuk perkara seperti analisis keperluan bagi mencapai objektif pembelajaran serta pilihan kaedah pengajaran dan mekanik permainan. Temu bual dilaksanakan di kalangan beberapa murid darjah 5 untuk memahami keperluan pembelajaran mereka, serta temubual dengan guru Sains darjah 5 Sekolah Kebangsaan Kota Raja, Pagoh, Johor. Buku teks amali Sains darjah 5 dimuatturun sebagai rujukan utama pembangunan topik-topik amali Sains dalam aplikasi Cerdik Sains seperti di Rajah 2.

2.3 Reka bentuk

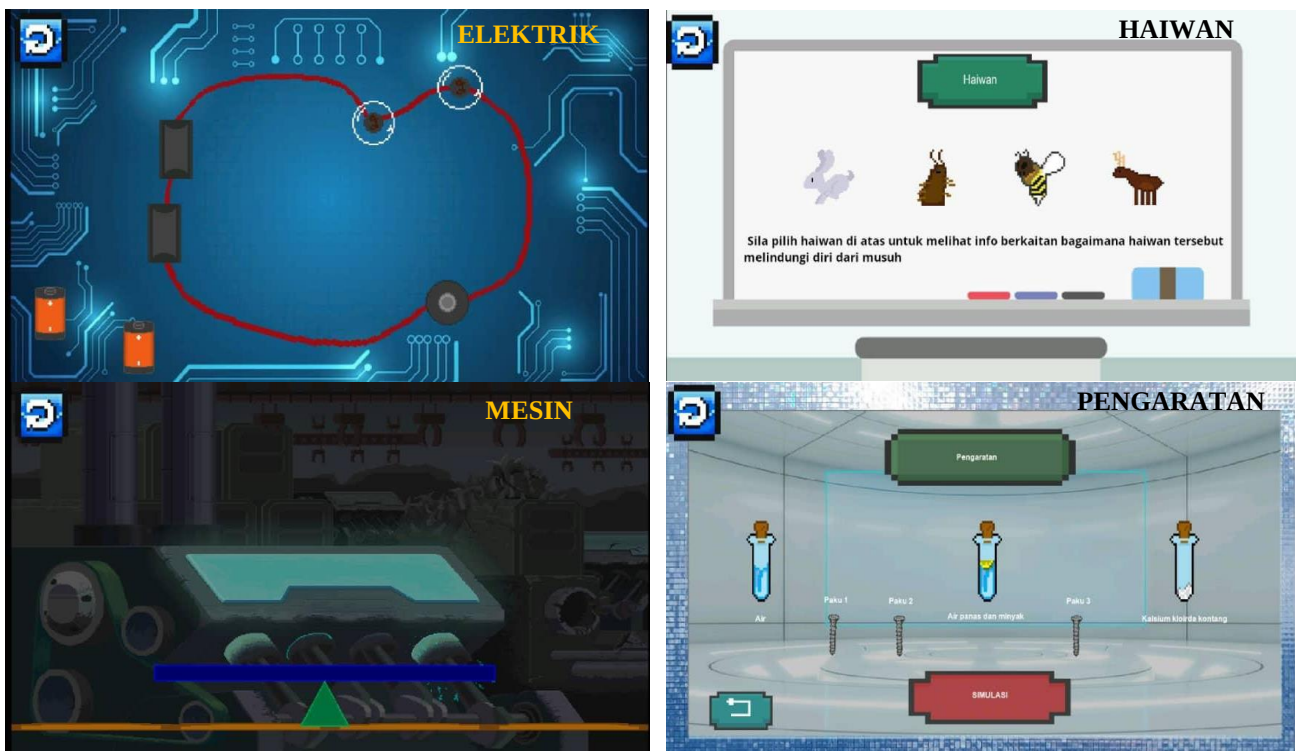
Fasa reka bentuk melibatkan pembangunan rangka cerita serta alur penggunaan kandungan pembelajaran dan permainan yang terlibat. Seterusnya, semakan dilakukan terhadap reka bentuk kandungan pendidikan, dengan merujuk buku teks dan silibus amali darjah 5. Soalan-soalan kuiz dan gambar-gambar yang relevan dengan topik-topik amali Sains darjah 5, turut dikenal pasti. Langkah reka bentuk seperti penciptaan papan cerita (storyboard) adalah penting dalam usaha untuk menggambarkan struktur pembelajaran digital amali Sains yang bertepatan dan mengikut garis panduan KPM. Penentuan beberapa aspek berkaitan kesukaran pengendalian setiap uji kaji, tempoh masa permainan, panduan pelaksanaan uji kaji, dan aksesori multimedia yang berkesan, turut dilakukan.

KURIKULUM STANDARD SEKOLAH RENDAH (SEMAKAN 2017) SAINS TAHUN 5 SEKOLAH KEBANGSAAN Penulis Siti Roha binti Abd Karim Mohd Ramadhan bin Anwar Suwaibatulhasanah binti Jalaludin Editor Magdaline Carol anak Eteng@Ating Marliana binti Shamsir Siti Marliam binti Othman Pereka Buku Dalila binti Kamarudin Ilustrator Muhamad Firdaus bin Haji Omar Dewan Bahasa dan Pustaka Kuala Lumpur 2020		KANDUNGAN PENGENALAN KETERANGAN IKON vi KEMAHIRAN SAINTIFIK 1 Kemahiran Proses Sains 2 Kemahiran Proses Sains 14 Untuk Menyelesaikan Masalah 15 MAKUSIA 19 Sistem Rangka Manusia dan Fungsinya 20 Kedudukan Sendi 22 Fungsinya 23 Kepingan Pergerakan Semut 34 Sistem di dalam Tubuh Manusia 38 Sistem Peredaran Darah Manusia 40 Sistem Peredaran Darah Manusia 43 Kepingan Peredaran Darah 45 HAIWAN 49 Kemandirian Spesies Haiwan 50 Berlindung daripada Musuh 51 Berlindung daripada Cuka Melampau 58 Haiwan Melindungi Telur 64 Haiwan Memastikan Anaknyanya 67 Telur Hidup 70 Haiwan Imigresasi 74 Rantai Makanan 74 TUMBUH-TUMBUHAN 93 Melindungi Diri daripada Musuh 94 Menghasilkan Diri dengan Idm 98 dan Penyerapan Matrik 104 Pencernaan Rji Benih atau Buah 104 Kepingan Kemandirian Spesies 104 Haiwan dan Tumbuhan 104 ELEKTRIK 115 Sumber Tenaga Elektrik 116 Utar Benar dan Ular Setai 118 Lokasi Menggunakan Simbol 120 Kacangan Menti 123 Faktor yang Mempengaruhi 125 Kacangan Menti 125 Sisi Dihalap, Sisi Dibuka 124 Faktor yang Mempengaruhi 132 Penggunaan Tenaga Elektrik 132	HABA 145 Haba dan Suhu 146 Termometer 147 Perubahan Suhu Air 150 Air pada Suhu Bilik 152 Pengembangan dan Pengesutan Bahan 154 PENGARATAN 163 Ciri-ciri Objek yang Berkarat 164 Objek yang Berkarat 166 Faktor-faktor yang Menyebabkan 168 JIRIM 177 Pepejal, Cecair dan Gas 178 Sifat Jirim 180 Tiga Keadaan Jirim Air 184 Perubahan Keadaan Jirim Air 186 FASA BULAN DAN BURUJ 199 Cahaya Bulan 200 Bulan Berputar, Bulan Berdarat 201 Fasa Bulan 204 Takwin Qamari 206 Buruj 208 MESIN 217 Mesin dan Kalkulasi 218 Kalkulasi Fungsi Mesin Ringkas 220 Kepingan Kombinal 222 Mesin Ringkas 222 JAWAPAN DAN RUJUKAN 231
---	--	---	--

Rajah 2 Kandungan buku teks amali Sains darjah 5

2.4 Pembangunan

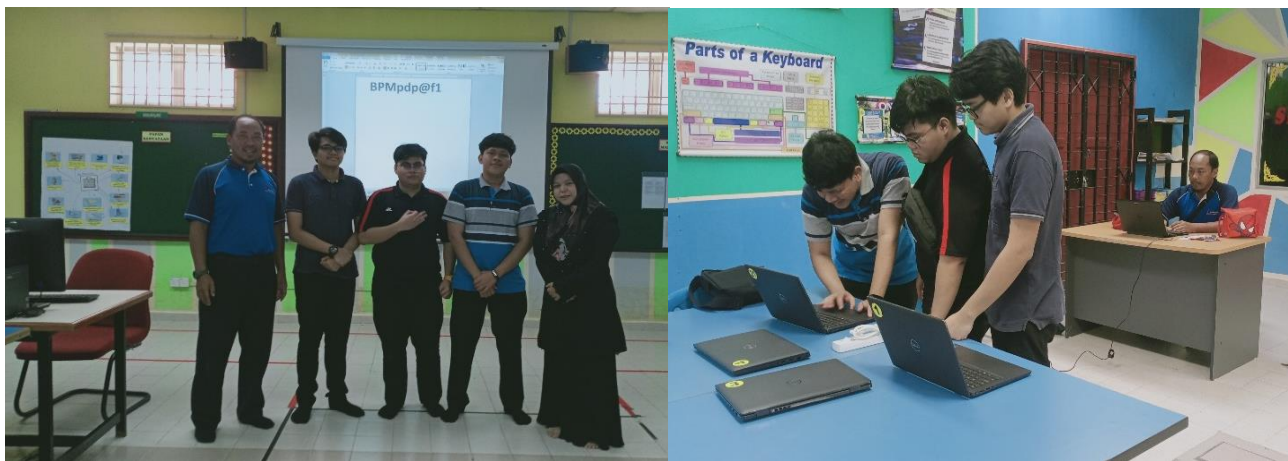
Fasa ini menerangkan proses pembangunan aplikasi pembelajaran Cerdik Sains menggunakan perisian GamemakerStudio2 yang melibatkan bahasa pengaturcaraan GameMaker (GML). Imej-imej 'pixel' digunakan dalam aplikasi ini di mana sumbernya ialah dari freepik.com dan pixabay.com, manakala sumber audio adalah daripada bensound.com. Video-video pembelajaran amali Sains darjah 5 sebagai bahan tambahan pula diambil dari youtube.com. Setiap pembangunan simulasi amali bagi topik-topik berkaitan diuji oleh pembangun untuk memastikan ianya bebas dari ralat serta dapat memenuhi hipotesis atau objektif uji kaji Sains yang telah ditetapkan. Pembangun memastikan yang terdapat langkah-langkah uji kaji Sains yang jelas dipapar kepada pengguna (murid) serta rumusan akhir uji kaji dipamerkan di akhir simulasi. Hasil pembangunan bagi topik elektrik, haiwan, mesin dan pengamatan digambarkan di Rajah 3.



Rajah 3 Kandungan aplikasi pembelajaran bagi topik elektrik, haiwan, mesin dan pengamatan

2.5 Pelaksanaan

Dalam fasa pelaksanaan ini, perbincangan bersama guru Sains darjah 5, Sekolah Kebangsaan Kota Raja, Pagoh, Johor dilakukan untuk mengenalpasti bagaimana ianya akan digunakan dalam sesi pengajaran dan pembelajaran (P&P). Persediaan perancangan pengajaran yang melibatkan BBM digital amali Sains dilakukan bersama guru terlibat demi memastikan kejayaan pelaksanaan aplikasi Cerdik Sains. Sesi perbincangan dan merangka perancangan pengajaran tersebut telah dilakukan di bilik komputer sekolah seperti ditunjukkan dalam Rajah 4. Aplikasi ini diterbitkan dalam bentuk mudah alih (mobile) dengan sistem operasi Android serta aplikasi desktop iaitu penggunaan di komputer sekolah dengan sistem operasi 'Windows'. Bagi penggunaan aplikasi pembelajaran uji kaji Sains (Cerdik Sains), murid boleh menggunakannya pada peranti tablet atau telefon pintar di rumah masing-masing, manakala bagi penggunaan di sekolah pula, murid akan menggunakannya di komputer sekolah.



Rajah 4 Sesi pelaksanaan aplikasi bersama guru di bilik komputer Sekolah Kebangsaan Kota Raja, Pagoh

2.6 Penilaian

Pada fasa penilaian, semakan terhadap output aplikasi pembelajaran uji kaji sains yang telah dibangunkan menepati objektif asal dengan melaksanakan pengujian Beta dan pengujian penerimaan pengguna yang melibatkan murid darjah 5 (6 perempuan, 5 lelaki) dan 2 orang guru Sains. Manakala pengujian Gamma dilakukan sebelum sesi deployment atau pelancaran. Pengujian Beta bertujuan untuk mendapatkan maklum balas daripada pengguna sebenar tentang prestasi dan kebolegunaan aplikasi (lihat Rajah 5). Setelah penambahbaikan dibuat dari hasil maklumbalas, pengujian penerimaan pengguna (user acceptance testing) dilakukan. Pengujian Gamma dilaksanakan sebagai langkah terakhir untuk memastikan aplikasi bersedia untuk pelancaran atau penggunaan sebenar (lihat Rajah 6).



Rajah 5 Sesi pengujian Beta bersama murid dan guru Sains

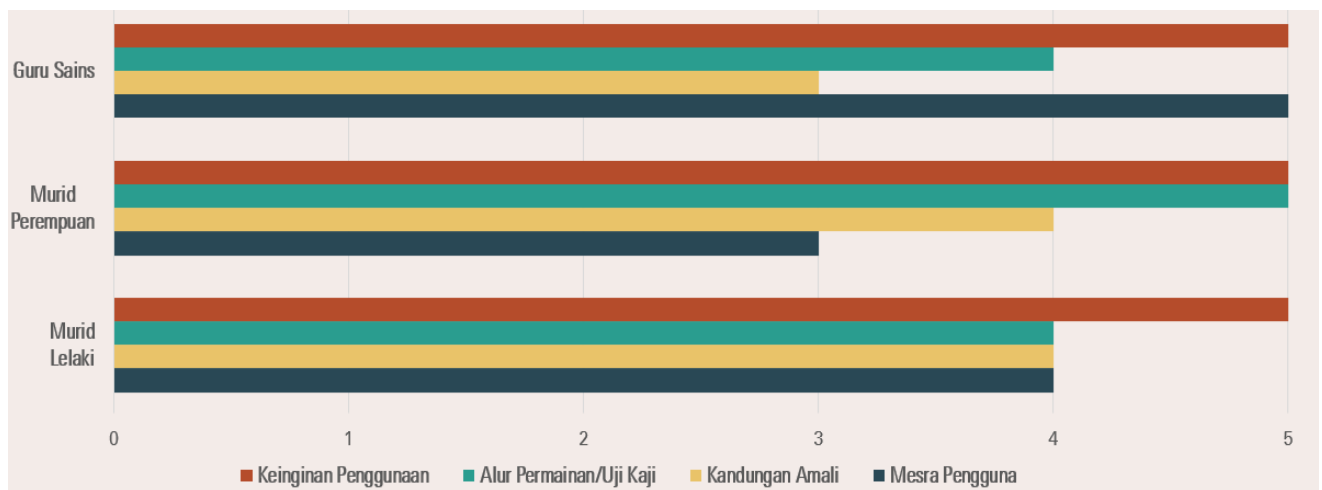


Rajah 6 Sesi pengujian Gamma bagi tujuan pelancaran aplikasi di Sekolah Kebangsaan Kota Raja, Pagoh

Kaedah merekod maklumbalas pengujian Beta dan penerimaan pengguna adalah melalui soal selidik skala likert (1-5) secara atas talian menggunakan Google Form. Antara soalan-soalan yang disediakan pada sesi pengujian Beta merangkumi kriteria seperti (i) alur permainan/uji kaji, samada bertepatan dengan struktur uji kaji di dalam makmal, (ii) kandungan uji kaji adalah mengikut silibus darjah 5 KPM dan (iii) tahap ramah/mesra pengguna produk tersebut. Manakala bagi menandakan bahawa pengguna bersetuju menerima produk tersebut, responden menilai tahap keinginan penggunaan mereka. Akhir sekali di fasa ini, penyediaan panduan 'troubleshooting' dan 'tips' disediakan sebagai bentuk sokongan teknikal kepada pihak sekolah dan guru terlibat bagi tujuan penggunaan sebenar kelak.

3. Keputusan dan Perbincangan

Hasil maklumbalas dari 2 guru Sains, 6 murid perempuan dan 5 murid lelaki diilustrasikan melalui carta di Rajah 7 yang menunjukkan tahap purata persetujuan atau kepuasan di kalangan semua responden. Majoriti responden memberikan persetujuan yang tinggi terhadap alur permainan/uji kaji yang dikatakan bersesuaian dan mudah difahami. Bagi kriteria kandungan amali yang bertepatan dengan silibus darjah 5 KPM, guru Sains menyatakan bahawa kandungan yang disediakan adalah mencukupi dan diterima. Manakala bagi kriteria ramah pengguna di kalangan murid perempuan, maklumbalas menunjukkan purata persetujuan yang sederhana. Ini mungkin disebabkan terdapat murid yang menghadapi sedikit kesukaran semasa mengendalikan uji kaji pada topik-topik tertentu. Maklumbalas tentang penerimaan pengguna (user acceptance) berdasarkan kepada tahap keinginan penggunaan berada di tahap yang paling tinggi iaitu tahap 5 ('Sangat Bersetuju'). Komen penambahbaikan juga turut diterima, antaranya dari segi paparan grafik, mekanik permainan, kelancaran pengendalian serta cara paparan arahan dan langkah uji kaji.



Rajah 7 Maklumbalas pengujian Beta dan penerimaan pengguna

4. Kesimpulan

Melalui temubual dengan beberapa orang responden, dapat disimpulkan bahawa murid dan guru mengalu-alukan alternatif BBM digital seperti aplikasi Cerdik Sains ini. Selain daripada menjadi salah satu bahan aktiviti di dalam sesi makmal komputer, ianya turut dapat menjadi pengisian yang berfaedah dan juga latih tubi kepada murid. Dengan capaian mudah alih (mobile) yang turut disediakan, murid dapat menggunakan aplikasi Cerdik Sains di rumah dengan menggunakan tablet atau telefon pintar peribadi. Ini dapat menggalakkan murid-murid untuk mengikuti kelas dan latihan uji kaji Sains secara maya. Penggunaan BBM dapat mempelbagaikan pengajaran yang dilaksanakan dan secara tidak langsung membantu guru menyampaikan pengajaran dengan lebih mudah dan efektif. Hasil daripada kajian ini dan penghasilan produk aplikasi pembelajaran uji kaji Sains darjah 5 (Cerdik Sains), dapat dirumuskan bahawa penggunaan BBM digital dapat memberi kesan yang positif dan menjadi keperluan dalam pelaksanaan P&P pada era Revolusi Industri keempat (IR 4.0).

Penghargaan

Penghargaan diberikan kepada Guru Besar, guru Sains darjah 5, murid-murid darjah 5 Sekolah Kebangsaan Kota Raja, Panchor, Johor yang telah terlibat dalam pengumpulan maklumat keperluan serta pengujian bagi produk aplikasi Cerdik Sains serta kajian projek ini secara keseluruhannya.

Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: konsepsi dan reka bentuk kajian: Muhammad Danish Zuhairi bin Zuraimi; pengumpulan data: Muhammad Danish Zuhairi bin Zuraimi, Nur Hafdzan Ekhsan bin Muhammad Shukor, Muhammad Haziq Iskandar bin Mohd Faizal; analisis dan interpretasi hasil: Muhammad Danish Zuhairi bin Zuraimi, Nur Hafdzan Ekhsan bin Muhammad Shukor, Muhammad Haziq Iskandar bin Mohd Faizal; penyediaan draf manuskrip: Rosfuzah binti Roslan. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

Rujukan

- [1] R. F. Peters, A. Abdullah, "Komunikasi dan kefahaman maklumat saintifik dalam buku teks sains sekolah rendah: Satu kajian kes tentang kaedah penyampaian," *Jurnal Pendidikan Malaysia*, vol. 42, no. 2, pp. 79-86, 2017.
- [2] K. S., Fern, M. M. Matore, "Pendekatan STEM dalam proses pengajaran dan pembelajaran: Sorotan Literatur Bersistematik (SLR)," *Jurnal Pendidikan Sains & Matematik Malaysia*, vol. 10, no. 2, pp. 29-44, 2020.
- [3] A. Nordin, L. H. Ling, "Hubungan sikap terhadap mata pelajaran sains dengan penguasaan konsep asas sains pelajar tingkatan dua," *Journal of Science & Mathematics Educational*, vol. 2, no. 2, pp. 89-101, 2011.
- [4] N. F. Ahmad, Z. Iksan, "Penerapan Kemahiran Proses Sains melalui Pembelajaran Sains Berasaskan Permainan Digital: Application of Science Process Skills through Digital Game-Based Science Learning," *Sains Insani*, vol. 6, no. 1, pp. 75-81, 2021.
- [5] Buku teks Sains darjah 5. Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM). <https://online.anyflip.com/dyoi/syvw/mobile/index.html>
- [6] I. L. P. Lue, "Keberkesanan modul lab-madi terhadap kemahiran penghujahan, kemahiran proses sains dan penguasaan konsep resapan dan osmosis," Tesis Dr. Fal., Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia.(2020).
- [7] R. A. A. Rauf, N. Alias, D. DeWitt, S. Siraj, M. N. A. R. B. Rahman, "Gelamdin, Implementation of Ptechls modules in rural Malaysian secondary school: A needs analysis," *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 30-35, 2008.
- [8] R. A. A. Rauf, M. S. Rasul, A. N. Mansor, Z. Othman, N. Lyndon, "Inculcation of science process skills in a science classroom," *Asian Social Science*, vol. 9, no. 8, pp. 47-57, 2013.
- [9] N. Hikmah, S. A. Yamtinah, N. Y. Indriyanti, "Chemistry teachers' understanding of science process skills in relation of science process skills assessment in chemistry learning," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1022, no. 1, 2018.
- [10] M. A. S. M. Arip, F. M. Saad, N. Jaapar, K. M. Ali, N. H. Athdzar, W. N. Wan Abd. Rashid, "Faktor, kesan dan strategi menangani permasalahan kurang tumpuan pelajar sekolah menengah di dalam kelas: Suatu kajian kualitatif," In *International Counseling Conference and Work*, pp. 1-28, 2014.
- [11] Y. M. Yusof, A. Ayob, M. H. M. Saad, "Penggunaan teknologi kejuruteraan dalam pendidikan STEM bersepadu," *Jurnal Kejuruteraan*, vol. 33, no. 1, pp. 1-11, 2021.
- [12] I. L. P. Lue, "Keberkesanan modul lab-madi terhadap kemahiran penghujahan, kemahiran proses sains dan

- penguasaan konsep resapan dan osmosis," Doctoral dissertation, Tesis Dr. Fal., Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, 2020.
- [13] L. Y. Chung, R. C. Chang, "The effect of gender on motivation and student achievement in digital game-based learning: A case study of a contented-based classroom," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, vol. 13, no. 6, pp. 2309–2327, 2017.
- [14] P. D. Putra, M. Iqbal, "Implementation of serious games inspired by Baluran National Park to improve students critical thinking ability," *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, vol. 5, no. 1, pp. 101–108, 2016.
- [15] R. S. Alsawaier, "The effect of gamification on motivation and engagement," *International Journal of Information and Learning Technology*, vol. 35, no. 1, pp. 56–79, 2018.
- [16] M. H. Lizawati, A. R. Hamisah, K. A. M. Ku Haslina, A. Z. Mohd Taufiq Syakirin, "Intrinsic motivation level and student achievement in chemistry learning for the topic of gas based on Jejak Rembo," *Jurnal Penyelidikan Dedikasi Jilid*, vol. 13, no. 8, pp. 117–144, 2017.
- [17] R. Tangkui, C. K. Tan, "Kesan pembelajaran berasaskan permainan digital Minecraft terhadap pencapaian murid tahun lima dalam pecahan abstrak," *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, vol. 5, no. 9, pp. 98–113, 2020.
- [18] N., Muhamad, J. Harun, S. Md. Salleh, M. A. Z. Megat Zakaria, "Penggunaan 'Game-Based Learning' bagi meningkatkan kemahiran penyelesaian masalah kreatif dalam matematik," 2nd International Education Postgraduate Seminar (IEPS 2015), Johor Bahru, Johor, pp. 1–9, 2015.
- [19] E. Bayir, "Introducing an inquiry-based experiment-integrated science game for elementary students: The shadow races game," *Science Activities: Projects and Curriculum Ideas in STEM Classrooms*, vol. 56, no. 2, pp. 33–41, 2019.
- [20] S. Jedrinović, M. Bevčič, J. Rugelj, "A methodological guide on designing games and game scenarios," In Z. Wąsik (Ed.), *GameIT: Gamestorming for Innovative Teaching*, vol. 1, no. 1, pp. 153–172, 2020.
- [21] J. Rugelj, M. Zapušek, "Innovative and flexible forms of teaching and learning with information and communication technologies," *Education and research in the information society: proceedings*. Sofia: Institute of Mathematics and Informatics Bulgarian Academy of Sciences, pp. 11–20, 2018.