

Pembangunan Aplikasi Interaktif Video Animasi 2D Bagi Tajuk Tenaga Boleh Baharu Mata Pelajaran Reka Bentuk Dan Teknologi Tahun 5

Development of an Interactive 2D Animated Video Application for the Topic of Renewable Energy in the Year 5 Design and Technology Subject

Aqil Roqwaan Roslan, Aqilah Nasyitah Roslan, Aqilah Teh Nadjwa Roslan

Department of Profesional Education & Postgraduates, Faculty of Technical and Vocational Education, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, 86400, Parit Raja, Batu Pahat, Johor, Malaysia

***Corresponding author email:** roqwaanroslan@gmail.com

SEJARAH ARTIKEL

Received: 30th June 2025

Revised: 20th July 2025

Accepted: 19th August 2025

Published: 15th February 2026

KATAKUNCI

Mata Pelajaran RBT

Tenaga Boleh Baharu

Aplikasi Interaktif Video Animasi

Tenaga Solar

SDG 4 Quality Education

ABSTRACT - This study aims to Develop an Interactive 2D Animated Video Application on Renewable Energy for Year 5 Design and Technology subject regarding renewable energy. This 2D animated video can provide understanding and concepts of renewable energy as well as the production of a solar fan prototype. Students can build the concept of a solar fan from renewable energy by watching the 2D animated video and exploring the interactive application. The process of designing and developing this interactive 2D animated video application generally uses the Waterfall model. The Waterfall model consists of five (5) key phases: analysis phase, design phase, development phase, testing phase, and maintenance phase. In this study, there are seven (7) experts consisting of three (3) interface experts from FPTV and FSKTM lecturers, and four (4) content experts from RBT teachers at Sekolah Rendah Meru Klang, Selangor. The research instrument used is a questionnaire and the research method employed is a survey method. The analysis of data from the experts agreed on the content and interface of the 2D animated interactive video application development. In the context of this 2D animated video, it can increase students' interest with the presence of interactive applications along with reinforcement questions to assist the teaching and learning process for the use of teaching aids in facilitating teaching techniques. Ultimately, the interactive 2D animated video application can provide effectiveness in delivering teaching content.

ABSTRAK - Kajian ini bertujuan untuk Membangunkan Aplikasi Interaktif Video Animasi 2D Tenaga Boleh Baharu RBT Tahun 5 Subjek Reka Bentuk dan Teknologi mengenai tenaga boleh di baharui. Video animasi 2D ini dapat memberikan kefahaman dan konsep tenaga boleh baharu serta penghasilan prototaip kipas solar. Murid dapat membina konsep kipas solar dari tenaga yang boleh baharu apabila menonton video animasi 2D dan menerokai aplikasi interaktif. Proses reka bentuk dan pembangunan aplikasi interaktif video animasi 2D ini secara umumnya menggunakan model Waterfall. Model Waterfall ini mempunyai lima (5) fasa penting iaitu fasa analisis, fasa reka bentuk, fasa pembangunan serta fasa pengujian dan fasa penyelenggaraan. Dalam kajian ini terdapat tujuh (7) orang pakar yang terdiri pakar antaramuka seramai tiga (3) orang daripada pensyarah FPTV dan FSKTM dan pakar isi kandungan seramai empat (4) orang daripada guru RBT Sekolah Rendah Meru Klang, Selangor. Instrumen kajian yang digunakan adalah boring soal selidik dan kaedah kajian digunakan kaedah tinjauan. Data analisis daripada pakar-pakar bersetuju dengan isi kandungan dan antaramuka pembangunan aplikasi interaktif video animasi 2D. Dalam konteks video

animasi 2D ini dapat meningkatkan minat murid-murid dengan kehadiran aplikasi interaktif bersama soalan pengukuhan bagi membantu proses pembelajaran dan pengajaran untuk penggunaan ABBM dalam pemudahcaraan teknik mengajar. Akhir, aplikasi interaktif video animasi 2D dapat memberikan keberkesanan dalam penyampaian isi pengajaran.

PENGENALAN

Dasawarsa kini, aspek Jasmani, Emosi, Rohani dan Intelektual (J,E,R,I) telah berkembang pesat seperti aspek Jasmani, Emosi, Rohani dan Intelektual yang termaktub dalam Falsafah Pendidikan Kebangsaan (FPK). Setiap individu perlu mempunyai nilai harmonis yang mampu dipupuk dan sokongan serta kerjasama dengan rakyat Malaysia. Kualiti dan prestasi pencapaian bagi golongan pelajar dalam bidang akademik adalah perkara yang amat penting untuk mewujudkan sistem pendidikan negara mempunyai matlamat dan sistematik. Seterusnya, kaedah pengajaran pada era kini tidak boleh bergantung akan penglibatan bertulis atau penyampaian ilmu dengan melalui lisan semata-mata sahaja (Noor & Ahmad, 2016).

Alat Bahan Bantu Mengajar (ABBM) adalah perkara yang penting bagi elemen tambahan supaya warga pendidik menjalankan sesi pengajaran dan pembelajaran untuk proses penerangan konsep sebagai pemudah cara dilaksanakan. Menurut Wulandari, Susilo & Kuswandi (2016), pada alam nyata merupakan fenomena sebenar mampu membawa ke dalam kelas bagi menerangkan sesuatu mata pelajaran yang sukar untuk difahami bagi pelajar akan gunakan kaedah media pembelajaran interaktif. Perkembangan media pembelajaran seperti inovasi, kreatif dan interaktif merupakan pilihan yang terbaik untuk membantu proses pembelajaran mempunyai seni dalam pengajaran. Menurut Agustien, Umamah & Sumarno (2018), video yang ditakrifkan dalam sesuatu media bagi membantu proses pembelajaran yang berinformasi serta memberi gambaran secara jelas dan langsung.

Selain itu, video didefinisikan sebagai medium audio visual bergerak (Hikmah & Purnamasari, 2017). Video dapat dihasilkan dan dipamerkan seperti gambar bergerak dan bersuara kepada pelajar atau penonton. Menurut Asyhari, Irwandani & Saputra (2016), menyatakan bahawa melalui pemerhatian yang dilaksanakan mendapati pelajar harus atau mempunyai bahan pengajaran seperti visual untuk meningkatkan kefahaman bagi mengikuti peredaran zaman kini. Antara contoh Alat Bahan Bantu Mengajar sering digunakan oleh warga pendidik atau guru-guru seperti modul soalan, buku teks, nota edaran, video pengajaran, flash-card dan sebagainya untuk menarik minat serta membantu ketika proses pengajaran dan pembelajaran. Umumnya Alat Bahan Bantu Mengajar (ABBM) ialah peralatan-peralatan yang digunakan oleh guru untuk menyampaikan sesuatu pengajaran secara di dalam kelas atau luar kelas (Mahizan, M., & Daud, 2018).

Animasi berperanan bagi menarik perhatian penonton serta memberikan motivasi kepada perincian dan pemahaman kepada pelajar. Menurut Syahfitri (2011), animasi terdapat dua kategori seperti animasi dua dimensi dan animasi tiga dimensi. Animasi dua dimensi ialah gambar yang bergerak melalui lingkungan dua dimensi. Manakala, animasi tiga dimensi ialah gambar bergerak secara realistik dan lebih nyata seakan objek yang nyata. Animasi juga mampu berubah-ubah pada setiap waktu untuk menjadikan ia mempunyai inti pati yang relevan dan bersesuaian. Gaya pembelajaran Kolb sering dilaksanakan oleh warga pendidik atas faktor menyediakan bahan pengajaran yang mudah dan meningkatkan bagi pelajar bagi teori pembelajaran seperti pengalaman dan gaya pembelajaran yang berbeza (Kolb, 2014). Menurut Isa & Ma'arof (2018), menyatakan Alat Bahan Bantu Mengajar dapat menyampaikan kefahaman kepada semua pelajar secara berkesan melalui proses pembelajaran dengan pelbagai variasi gaya pembelajaran.

Kajian kemahiran belajar dan inovasi pada abad ke-21 dengan kaedah kerja geoteknik perbezaan corak pembelajaran tradisonal dan secara interaktif (Rufaizal & Azuin, 2017). Menurut Abd Razak (2015), menyatakan bahawa kaedah kuasai eksperimental bagi kenal pasti pendekatan Terapi Media untuk peningkatkan KBAT di kalangan sekolah rendah Tahun 4. Pengkaji-pengkaji lain juga mendapati kreativiti adalah komponen PA-21 bagi kajian mereka untuk aplikasikan mengikut kesesuaian kebolehan murid. Lima komponen utama adalah pemikiran inventif, komunikasi berkesan, literasi era digital, produktiviti tinggi dan norma kerohanian (Nashrah et al., 2019).

Menurut Martinez-Borreguero et al., (2024), kebergantungan terhadap sumber tenaga tidak lestari telah menjadi punca utama kepada isu pemanasan global, pencemaran udara dan degradasi alam sekitar. Penggunaan sumber tenaga fosil secara berterusan bukan sahaja menyebabkan penyusutan sumber bumi akan tetapi turut menyumbang kepada peningkatan pelepasan karbon dioksida serta perubahan

iklim global. Tenaga boleh baharu merujuk kepada tenaga yang diperoleh daripada sumber semula jadi yang tidak akan habis serta diperbaharui secara berterusan seperti cahaya matahari, angin, air, biojisim dan haba bumi. Berbeza dengan tenaga fosil, sumber tenaga boleh baharu menghasilkan pelepasan gas hijau yang tinggi dan tidak mencemarkan alam sekitar secara signifikan (Johana Evelyn, 2024). Oleh itu, pemahaman tentang konsep utama tenaga boleh baharu perlu diterapkan sejak di peringkat sekolah rendah agar generasi muda dapat menghayati kepentingan kelestarian tenaga untuk masa hadapan.

Dalam kajian yang dilaksanakan oleh Vasamma (2012), oleh rawatan pada rangkaian pengedaran dan sistem tenaga boleh diperbaharui serta masalah gangguan yang kerap, grid pintar memberikan pandangan baik bagi konteks ini sebagai perkara besar dan pada masa akan datang. Menurut Statistik Kapasiti Energi Terbaru IRENA (2017), Afrika hampir mencapai jumlah kapasiti fotovolt solar sebanyak 2.5 GW, mewakili kurang daripada 1.16% daripada kapasiti solar dunia sebanyak 290 GW. Oleh itu, Afrika Selatan kebanyakan wilayahnya menerima lebih daripada 2500 jam cahaya matahari setiap tahun dan mempunyai tahap radiasi suria purata antara 4.5 hingga 6.5 kWj/m²/hari dengan sinaran suria global 24 jam bagi tahunan purata kira-kira 220 W/m. Negara Afrika Selatan dianggap mempunyai potensi tenaga solar yang tinggi. Menurut Majlis Tenaga Dunia (2016), di Botswana bersebelahan Afrika Selatan menerima kadar insolasi solar yang tinggi sekitar 280-330 hari suria setahun dengan cahaya matahari purata harian antara 9.9 jam semasa musim panas sehingga 8.2 jam pada musim sejuk.

Selanjutnya, grid pintar boleh ditakrifkan sebagai sistem elektrik yang menggunakan maklumat, dua hala, teknologi komunikasi selamat ruang siber dan perisian pengkomputeran bersepadu bagi merentasi spektrum sistem tenaga dari generasi ke hujung titik penggunaan elektrik (Hamid G & Reza G, 2019). Tenaga solar boleh ditukarkan kepada tenaga elektrik melalui penggunaan panel fotovolt (PV) yang berfungsi menukarkan cahaya kepada arus elektrik melalui pendekatan pembelajaran berasaskan projek mampu meningkatkan kefahaman saintifik, literasi tenaga serta bidang STEM (Qusay Hassan et al., 2024). Menurut Kementerian Ketenagakan kerjaan Republik Indonesia, sumber tenaga yang boleh diperbaharui memiliki potensi cukup besar bagi meliputi 4 hingga 8 KWh/m²/hari tenaga suria, 458 MW tenaga mini/mikron, 49.81 GW biomassa, 3 hingga M/detik tenaga angin dan 3 GW nuklear (uranium). Sistem tenaga elektrik hibrid bagi menaikkan penggunaan secara meluas dan menjimatkan tenaga sumber yang telah sedia ada. Tambahan lagi, sistem solar di rumah mampu menjadikan sebagai penyimpanan tenaga elektrik sekiranya bekalan elektrik komersial terputus atau ketiadaan bekalan elektrik dari Tenaga Nasional Berhad. Menurut Juwito (2020), sistem tenaga hibrid mempunyai kelebihan seperti menjadikan penyelesaian bagi mengatasi krisis bahan bakar fosil atau petroleum, dapat memenuhi beban tenaga elektrik secara optimum utama pada daerah-daerah tidak mempunyai jaringan atau capaian tenaga elektrik komersial, meningkatkan kecekapan ekonomi, meningkatkan kebolehpercayaan sistem tenaga solar dan mengurangkan kadar pembayaran tahunan.

Oleh itu, pengkaji mengambil inisiatif untuk membangunkan dan konklusi video animasi supaya menyampaikan maklumat mengenai sistem solar di rumah. Video animasi 2 dimensi dapat menerangkan langkah-langkah sistem kepada murid bagi menerangkan sistem solar dari pada mata pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi (RBT) tahun 5 sekolah rendah seperti sebelum, semasa dan selepas. Video animasi yang mempunyai kadar impak tinggi juga memberikan penekanan dan kesan produktif serta positif akan murid dan masyarakat bagi menyampaikan secara video, suara dan menerangkan sistem solar yang tepat mengikut Kurikulum Standard Sekolah Rendah (KSSR) daripada Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM). Kurikulum yang tepat mampu menambah baik sedia ada dan murid dapat perkara yang baharu, pengetahuan, kemahiran dan nilai relevan pada cabaran abad ke-21.

Selain itu, pengkaji mengambil langkah penyelesaian masalah bagi membangunkan video animasi sebagai platform alat bahan bantu mengajar (ABBM) untuk memaparkan kepada murid tahun 5 sekolah rendah khususnya mata pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi. Tambahan lagi, penerangan kepada golongan masyarakat mengenai sistem solar di rumah. Tenaga solar menjadikan teknologi peredaran zaman dan kemajuan industri bagi memberikan manfaat sumber yang sedia ada. Malaysia merupakan negara yang terletak pada garisan khatulistiwa dengan kekayaan pancaran matahari bagi sistem solar. Murid dapat memahami dan mempunyai pengalaman menerokai dan menonton video animasi pada mata pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi (RBT). Warga pendidik atau guru juga memudahkan sesi pengajaran dan pembelajaran untuk menerangkan sistem solar pada subtopik mata pelajaran.

TINJAUAN LITERATUR

Pemudahcaraan dalam Pembelajaran bagi Mobile-Learning

Mudah alih dan pembelajaran merupakan gabungan bagi mobile-learning pada masa kini. Ia tiada standard definisi yang sesuai bagi pembelajaran mudah alih atas faktor penyelidikan dan pengarang mendapati definisi yang berbeza. Menurut Mayer, R. E. (2024) teori CTML adalah asas untuk reka bentuk bahan multimedia akan prinsip seperti Multimedia Principle, Segmenting, Modality, Signaling sangat penting apabila reka aplikasi animasi 2D supaya beban kognitif dikurangkan dan pemahaman murid meningkat. Penggunaan prinsip-prinsip ini sebagai panduan reka bentuk ABBM dan navigasi PdPc untuk narasi berbanding teks penuh pada skrin (Mayer, R. E., 2024). Di luar bilik darjah, peranti mudah alih sentiasa mengatur dan membimbing sesi pembelajaran bagi menawarkan kit alat untuk menyiasat persekitaran semula jadi, menyimpan maklumat untuk mendapatkan semula, anotasi serta menyokong perbualan pembelajaran (White & pea, 2011). Di dalam bilik darjah, peranti tanpa wayar atau peranti mudah alih mampu akses kepada maklumat sambil membantu guru mengurus peralihan antara aktiviti individu, kumpulan dan kelas keseluruhan (Goldman, Maldonado & Martin, 2020).

Menurut Parsons (2011), mengaitkan bahawa m-pembelajaran merupakan sebahagian daripada e-pembelajaran dan pembelajaran jarak jauh. Sekiranya m pembelajaran dikaitkan dengan internet dan tanpa wayar, ianya tidak berbeza akan konsep e-pembelajaran. Pengiktirafan yang semakin meningkat bahawa pada abad ke-21, masyarakat harus meneruskan belajar sepanjang hidup mereka untuk mendapatkan pengetahuan dan teknologi berkembang pesat (NRC, 2019). Keinginan untuk melengkapkan setiap pelajar dengan peranti individu berkuasa bagi memberikan penyesuaian dan pengalaman pembelajaran peribadi, pelajar belajar dengan lebih berkesan apabila mereka membina memahami semasa mereka sendiri dan membuat pilihan pembelajaran (Gureckis, Schwartz & Markant, 2012). Membandingkan keuntungan pembelajaran MCSCS dengan setara kolaboratif dengan keadaan pembelajaran (CL) di mana pelajar diberi soalan yang sama dalam matematik dan bahasa mengikut proses sama akan tetapi dengan pen dan kertas dan bukan peranti mudah alih (Zurita & Nussbaum, 2014).

Kebaikan Mobile-Learning Pemudahcaraan dalam Pembelajaran

Hasil daripada dapatan kajian yang dilaksanakan oleh pengkaji-pengkaji dahulu yang membawa kepada penggunaan pembelajaran mudah alih bagi sistem pendidikan impak berkesan bagi perlaksanaan pemudahcara dan pembelajaran. Antara kesannya adalah:

- i. M-Learning dilaksanakan secara besar-besaran bagi kebanyakan universiti dengan kaedah M-Learning seperti Universiti Sheffield yang dijalankan bagi program sarjana untuk sistem M-Learning (Mc Connell & Lally, 2012).
- ii. Pembelajaran bahasa bantuan mudah alih (MALL) memang telah terampil dalam medan ELT dengan paparan aplikasi mudah alih (aplikasi atau program) untuk bahasa pembelajaran yang dibangunkan oleh British Council (Dudeney & Hockly, 2012).
- iii. MOLENET dalam Great Britain bagi sekolah dan universiti seperti Sekolah Daerah Forsyth, Universiti Kristian Abilene serta Universiti Amerika Syarikat telah menjalankan peranti mudah alih dan penyelidikan mengenai integrasi peranti dalam bilik darjah untuk pengajaran negara Australia untuk tumpuan kepada arus perdana (Pegrum, Howitt & Striepe, 2012).

Aplikasi Android

Mobile Apps atau Aplikasi mudah alih adalah sebuah program yang dimuat-naik ke dalam alat mudah alih serta dicapai pada bila-bila masa dan mana-mana tempat (Md. Rashedul, Md Rofiqul & Tahidul Arathin, 2020). Aplikasi mudah alih atau dikenali sebagai Mobile Apps sebagai alat telekomunikasi dilaksanakan serta menyebarkan maklumat (Rahim, 2019). Dalam kajian ini, aplikasi android dibangunkan dan dimuat-naik ke telefon pintar bagi memudahkan guru Reka Bentuk dan Teknologi membuat persediaan ketika sesi pengajaran. Seni reka dan bentuk bagi aplikasi dalam telefon pintar untuk melayari internet, carian maklumat serta berkomunikasi. Menurut Hanafi dan Samsudin (2012), menyatakan bahawa setiap penggunaan platform android pembelajaran boleh dilaksanakan melalui peranti komunikasi tanpa wayar bagi dimana-mana. Tenaga pengajar dan pelajar daripada Mozambique negara Mongolia menggunakan peranti mudah alih untuk perkongsian maklumat, pendidikan dan penyediaan bagi tujuan pengajaran agar memudahkan sesi komunikasi (West &

Vosloo, 2013). UNESCO secara tradisional melibatkan dalam ICT untuk pendidikan lebih biasa dan mengalihkan perhatian mereka kepada pembelajaran mudah alih kepada usaha sedia ada. Lonjakan minat ini mungkin gabungan besar kepada peningkatan akses teknologi mudah alih, bukti semakin meningkat dan kecekapan pembelajaran mudah alih untuk industri, potensi dan keuntungan komersial (UNESCO, 2014).

Sistem aplikasi mudah alih menggunakan sebuah sistem untuk operasi untuk telefon pintar seperti Android. Sistem operasi bagi Android di dalam telefon pintar terdapat sifat fleksible dan bebas kepada operasi Linux. Aplikasi mudah alih adalah sebuah program dimuat-naik ke alat (mobile) dan digunakan bila-bila masa (Muzamder, 2010). Kewujudan aplikasi mudah alih dalam pembelajaran dan memberi impak tinggi ketika sesi pengajaran. Pelajar mampu akses aplikasi mudah alih dengan cepat dan pantas untuk menguasai mata pelajaran secara berkesan.

Kajian-kajian Video Animasi

Terdapat beberapa jenis platform aplikasi dalam talian untuk menjadikan rujukan. Pengkaji membincangkan kajian-kajian lepas yang dapat dikaitkan dengan kajian. Kajian-kajian lepas dapat meliputi kajian dengan pembangunan aplikasi. Berdasarkan produk yang dibangunkan, pengkaji dapat membandingkan tiga aplikasi menyerupai produk dibangunkan bagi pengkaji: Kajian dilaksanakan akan pembangunan aplikasi sedia ada mampu mengenalpasti kelebihan dan kekurangan dengan aplikasi tersebut. Pengkaji mampu menilai penambahbaikan daripada kekurangan yang dihasil dari aplikasi. Aplikasi yang dikaji adalah Learn Basic Coding, mBlock dan ScratchJrh.

i. Learn Basic Coding

IDZ Digital Private Limited yang membangunkan serta dilancarkan pada tahun 2018. Aplikasi seperti ini adalah permainan yang mengembirakan serta inovatif kepada pelajar untuk asas-asas pengaturcaraan. Sesi pengajaran pengekodan untuk permainan menarik minat kepada pengaturcaraan. Pelajar dapat mengenalpasti akan konsep, urutan penjujukan, fungsi dan gegelung menggunakan pensil bagi melukis pelaksanaan. Aplikasi ini tidak mempunyai teks dan menumpukan logik kodan (coding). Aplikasi ini mempunyai muzik sebagai latar belakang dan antara muka yang menarik. Aplikasi ini mempunyai tiga bahagian dan pelajar mampu melaksanakan tugas dan memilih permainan yang telah dipilih. Pemilihan warna bersesuaian dan antara muka yang ringkas tanpa ada maklumat tambahan. Tambahan lagi, bahagian paparan menu aplikasi permainan terdapat butang disusun dengan teratur atau konsisten. Aplikasi ini tiada butang bunyi kepada pengguna untuk menceriakan suasana untuk pengguna membuat pilihan muzik latar atau tidak. Pengguna mempunyai minat pada muzik latar dan terdapat pengguna tidak menggemari akan muzik. Oleh itu, aplikasi ini memerlukan butang kawalan muzik untuk memainkan dan menutupkan muzik latar ketika pengguna menggunakan aplikasi.

ii. mBlock

mBlock merupakan aplikasi yang dibangunkan oleh Makeblock serta dilancarkan pada tahun 2018. Bagi aplikasi adalah platform permainan yang memfokuskan kepada pendidikan STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics). Pengguna dapat melakar atau menghasilkan karakter, integrasi perisian serta robot. Aplikasi mBlock terdapat pemilihan warna yang menarik dan tidak keterlaluan kepada pengguna. Reka bentuk grafik yang teratur dan menarik menambahkan lagi keceriaan kepada pengguna.

iii. ScratchJrh

Aplikasi ScratchJrh dapat mencipta watak kartun sendiri melalui platform pengaturcaraan. Aplikasi ScratchJrh dibangunkan oleh HvingtQuatre Company dan Sarah Thomson yang dilancarkan pada tahun 2015. Aplikasi ini memberikan pengguna pengalaman yang menarik dan mencipta inovasi yang kreatif. Visual pada grafik amat menarik dengan pergerakan, menari dan menyanyi agar pengguna dapat menceriakan suasana ketika bermain. Aplikasi ScratchJrh terdapat reka bentuk dan pemilihan warna yang bersesuaian mengikut pandangan mata. Paparan antara muka yang ringkas kepada pengguna dapat memudahkan serta capaian butang yang dipaparkan. Audio dan teks bagi penerangan dalam paparan video dibangunkan memberikan pemilihan yang berkesan kepada pengguna.

iv. Elemen Multimedia

Multimedia berasal dari dua perkataan iaitu multi dan media. Multi membawa erti banyak atau lebih daripada satu manakala media erti alat atau cara komunikasi. Multimedia ditafsirkan kepada berbagai jenis kemudahan akan tetapi khusus kepada dunia teknologi maklumat didefinisikan sebagai penyediaan maklumat mengenai komputer seperti grafik, bunyi, teks, audio dan video (Nugrahari, 2016). Multimedia adalah media pembelajaran yang mengikuti media pembelajaran unsur media seperti teks, grafik, foto, animasi video dan suara disatukan secara interaktif (Koesnandar, 2019). Menurut Embong (2015), elemen multimedia mampu didefinisikan sebagai pengkalan data yang disimpan dalam komputer bagi melaksanakan akses maklumat dalam berbagai bentuk seperti teks, grafik, audio dan video.

Video

Video adalah gabungan berbagai media seperti teks, audio, grafik dan animasi. Elemen video yang sering digunakan bagi pembangunan video animasi seperti elemen multimedia paling realistik serta dinamik untuk proses pelaksanaan penerimaan maklumat oleh penonton. Video yang berkesan amat penting bagi pembangunan video animasi ketika proses pembelajaran dan pengajaran. Menurut Siwi & Joko (2019), penyampaian informasi menerusi video juga memberikan motivasi penonton dan merangsang pelbagai pengalaman.

Audio

Dalam pembangunan video animasi, audio amat baik untuk digunakan sebagai suara latar dan muzik untuk mewujudkan keadaan yang menarik untuk sesi penerangan tumpuan pada mesej penghasilan video. Audio merupakan elemen elemen yang berkesan bagi memudahkan proses penyampaian lebih efektif. Ketika persembahan bagi elemen audio untuk multimedia terdiri daripada muzik, rakaman suara, suara latar dan kesan khas audio (Tonni & Janner, 2020).

Teks

Teks terdiri daripada variasi rupa taip serta fon untuk menonjolkan daya penarikkan dan penerangan bagi bentuk ayat untuk menyampaikan maklumat. Teks merupakan kategori paling asas untuk ruang storan paling kecil bagi tujuan penyaluran maklumat kepada pengguna (Yaacob, 2012). Untuk pemilihan fon, warna dan gaya tulisan bersesuaian amat penting mencapai objektif video animasi.

Animasi

Animasi merupakan paparan video atau paparan visual bagi meningkatkan keceriaan sesuatu persembahan dengan menggerakkan objek dan memberi penegasan kepada isi kandungan untuk disampaikan (Kustandi & Dr. Darmawan, 2020).

Grafik

Grafik merupakan persembahan imej pegun seperti lakaran, gambar serta ilustrasi. Grafik amat penting memberi penekanan secara visual untuk persembahan multimedia dan membantu menerangkan sesuatu informasi menarik dan berkesan (Janner & Hanum, 2020)

METODOLOGI

Metodologi kajian ini mampu melancarkan proses bagi kaedah dan teknik bagi reka bentuk pembangunan aplikasi interaktif video animasi 2D. Setiap masalah akan dapat dikaji serta mampu menerangkan dengan kaedah dan teknik untuk membuktikan ia berhasil. Tujuan metodologi adalah menerangkan akan fahaman secara spesifik bagi mengaplikasikan kaedah untuk melaksanakan huraian mengenai proses kajian. Tambahan lagi, kajian ini dilaksanakan agar menerima kepastian mengenai penggunaan mengenai sesuatu langkah ilmiah serta sistematik dan saintifik. Reka bentuk kajian ini merupakan satu tindakan yang akan dilaksanakan secara terperinci mengenai sesuatu kajian dibangunkan. Pada reka bentuk kajian ini bertujuan pembangunan memberikan dan mengenalpasti setiap masalah-masalah terdapat di kalangan guru dan murid tahun 5 mengenai subjek Reka Bentuk dan Teknologi.

Dalam pembangunan aplikasi interaktif video animas 2D ini, ianya menggunakan Model Waterfall untuk melancarkan proses pelaksanaan. Bagi kaedah seperti ini ia dapat membekalkan kefungsi yang telah sempurna akan pengguna atas Waterfall untuk digunakan projek agar keperluan pengguna sudah menyediakan dengan jelas. Pelaksanaan untuk pembangunan sistem ini memerlukan keperluan antara satu sama lain supaya pembangunan sistem dilaksanakan. Fasa yang lengkap dan terdapat perubahan mempunyai keperluan seperti dikemas kini pada satu masa untuk melaksanakan pembangunan sistem atau model Waterfall. Proses akan dibahagikan dengan berperingkat yang membolehkan pembangunan projek diuruskan secara baik dengan setiap fasa terkandung bagi model Waterfall. Untuk setiap fasa seperti Fasa Analisis, Fasa Reka Bentuk, Fasa Pembangunan, Fasa Pengujian dan Fasa Penyelenggaraan.

Model Reka Bentuk Waterfall

Model Waterfall pertama kali dikenalkan oleh Winston Royce pada tahun 1970 bagi diguna dalam sistem Software Engineering (SE). Model ini merupakan perkembangan peringkat pendekatan secara sistematik dan tersusun. Waterfall ini dilaksanakan secara tahap ke tahap sehingga selesai dan berjalan urutan. Waterfall bersifat linear dari tahap awal perkembangan sistem sehingga tahap akhir.

i. Fasa Analisis

Pada fasa analisis bagi perkembangan sistem untuk komunikasi bertujuan dalam memahami peringkat atas. Pengkaji dan batasan mendapatkan maklumat yang perlu di analisis bagi memerlukan data. Berdasarkan kajian lepas (Design & Development Studies) mengenai pembangunan interaktif animasi untuk tenaga/transformasi yang mempunyai beberapa laporan pembangunan dan pengujian pengguna (Design-based research) yang relevan seperti kajian Development of Interactive Animated Video Learning Media on Energy Transformatin Material for Primary School (2025) melaporkan kaedah reka bentuk, ujian kebolegunaan dan respon murid dan guru berguna sebagai model metodologi (Dede Margo & Aljamaliah Ahmad, 2025). Menurut Alqallaf, N., et al., (2024), bahawa walaupun fokus pada VR/immersive bagi kajian ini mampu menerangkan bagaimana simulasi 2D/3D dan aplikasi interaktif boleh mengajar konsep solar/photovoltaic yang dipakai akan Tenaga Boleh Baharu (konversi tenaga, panel solar, turbin angin) dan membantuk reka bentuk aktiviti interaktif dalam aplikasi 2D. Ia memberi kehendak yang dirujuk oleh pengkaji untuk mengetahui sukatan pelajaran sekolah rendah. Fasa analisis, pengkaji menggunakan kaedah soal selidik. Bagi pakar yang dikehendaki ialah guru sekolah rendah yang mengajar subjek Reka Bentuk dan Teknologi dan pensyarah universiti untuk mengenal setiap masalah serta keperluan bagi pembangunan aplikasi sistem solar di rumah. Perisian Microsoft Office Excel yang digunakan oleh pengkaji untuk mengumpul dapatan analisis daripada responden. Bagi borang pengesahan pakar (senarai semak) diberikan kepada pakar antara muka dan isi kandungan. Sesi soal selidik dilaksanakan kepada guru subjek Reka Bentuk dan Teknologi (RBT) yang berada di sekolah sebagai pakar isi kandungan.

ii. Fasa Reka Bentuk

Pada fasa reka bentuk perkembangan dalam melaksanakan reka bentuk (design) sistem membantu penentuan peringkat peralatan (hardware) dan sistem bagi membantu dalam mendefinisikan struktur secara menyeluruh. Reka bentuk sistem adalah utama bagi keperluan dalam pembangunan sesuatu aplikasi. Penghasilan reka bentuk merupakan dapatan daripada peringkat analisis. Bagi reka bentuk kandungan, reka bentuk perisian dan reka bentuk model Waterfall. Fasa reka bentuk terdapat permasalahan dalam aplikasi seperti pengguna, isi kandungan dan aplikasi. Menurut Azean Ahmad (2008), reka bentuk aplikasi terbahagi kepada tiga reka bentuk utama iaitu reka bentuk informasi, reka bentuk interaksi dan reka bentuk persembahan. Reka bentuk yang dilaksanakan mampu menghasilkan sebuah aplikasi yang memenuhi keperluan pengguna pada masa kini. Fasa reka bentuk kajian bertujuan bagi membangunkan aplikasi pembelajaran berkonsepkan aplikasi android sering digunakan pada masa kini untuk pembelajaran luar bilik darjah. Peredaran teknologi kini telah mengubah iklim sesi pengajaran dan pembelajaran secara moden dan bukan secara tradisional. Tambahan lagi, reka bentuk papan cerita begitu penting untuk pembangunan aplikasi. Papan cerita merupakan rujukan serta panduan akan pengkaji untuk menjadikan proses pembangunan aplikasi sistem solar di rumah.

iii. Fasa Pembangunan

Pada fasa pembangunan ini, sistem pertama akan diperkembangkan secara kecil yang di klasifikasi sebagai unit. Ia integrasikan akan tahap seterusnya, setiap unit akan perkembangan dan diuji untuk kebolehfungsian. Proses pembangunan antara muka bagi aplikasi bermula pada peringkat ini. Tambahan lagi, setiap elemen multimedia seperti audio, video, teks dan grafik digunakan oleh pengkaji bagi membangunkan aplikasi sistem solar di rumah. Fasa pembangunan, pengkaji melaksanakan beberapa perisian sokongan untuk melancarkan ketika proses pembangunan aplikasi sistem solar di rumah. Ketika proses penyuntingan audio menggunakan perisian Audacity bagi menghasilkan kesan bunyi menarik akan pengguna yang bersesuaian dengan aplikasi dibangunkan. Bagi menghasilkan reka bentuk latar belakang dan butang menggunakan perisian Adobe Photoshop CS6. Bagi bentuk grafik akan disimpan kepada format psd dan png supaya melancarkan pengkaji melaksanakan ke perisian Adobe Animate. Bagi perisian Adobe Animate merupakan perisian utama yang dapat membangunkan aplikasi.

v. Fasa Pengujian

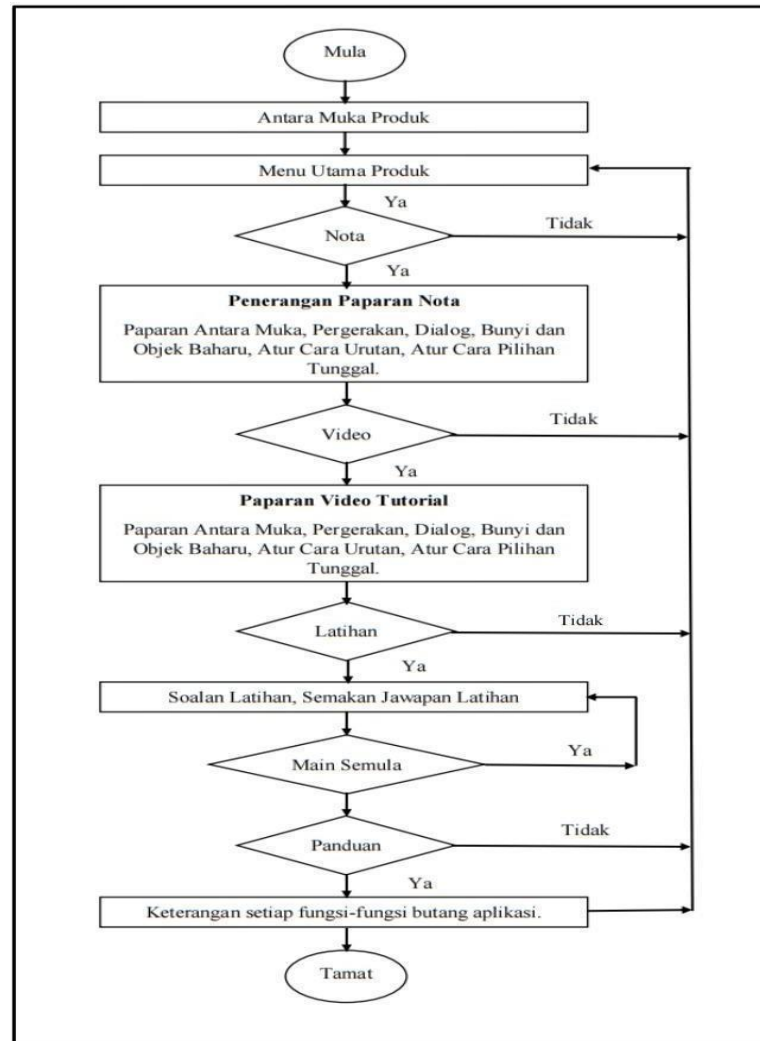
Pada fasa pengujian aplikasi interaktif dan video animasi 2D akan melaksanakan pengujian. Pengujian merupakan proses untuk melaksanakan pengujian pembangunan yang telah dibincangkan serta proses kerja dari fasa reka bentuk. Fasa pengujian dapat memastikan perisian aplikasi dibangunkan tiada permasalahan yang berlaku. Tambahan lagi, peringkat pengujian dan penilaian dilaksanakan secara borang soal selidik bagi isi kandungan terhadap pakar mata pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi (RBT) tahun 5. Pengujian dan penilaian juga dilaksanakan terhadap pakar antara muka dari Fakulti Pendidikan Teknik dan Vokasional (FPTV) atau Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat (FSKTM). Oleh itu, pengkaji dapat menambah baik atau pemulihan aplikasi secara berperingkat akan dapatan daripada proses pengujian dan penilaian untuk perisian sebenar digunakan secara rasmi oleh pengguna.

vi. Fasa Penyelenggaraan

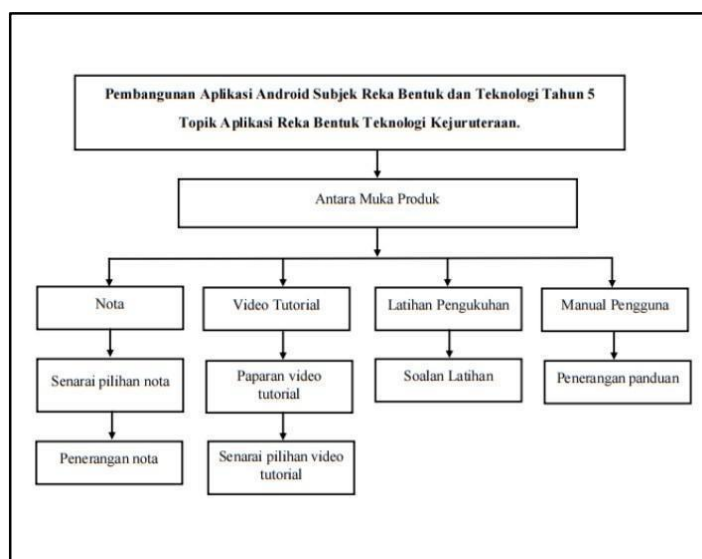
Pada fasa penyelenggaraan, ia merupakan fasa terakhir bagi model Waterfall. Ia dilaksanakan serta menyelenggara termasuk dalam memperbaiki kesalahan tidak ditemui pada langkah sebelumnya. Penyelenggaraan adalah fasa terakhir selepas pengujian. Aplikasi dapat memperbaiki kesalahan atau pembetulan terdapat yang terdapat dalam aplikasi. Oleh itu, pengkaji memastikan semua elemen dapat dibangunkan dalam aplikasi mampu berfungsi seperti yang dirancang sebelum digunakan oleh pengguna.

Pakar Kajian

Pada bahagian pakar kajian untuk mendapatkan maklum balas mengenai pembangunan dalam tujuh orang penilai yang perlu menilai bagi reka bentuk antara muka dan reka bentuk kandungan. Antara pakar yang perlu menilai ialah tiga orang professional dalam kalangan pensyarah Multimedia Kreatif dari Fakulti Pendidikan Teknikal dan Vokasional (UTHM) yang menjadi pilihan penilaian antara muka pembangunan video animasi 2D sistem solar di rumah manakala empat orang pakar isi kandungan video animasi di kalangan guru sekolah rendah yang mengajar subjek Reka Bentuk dan Teknologi Tahun 5. Rajah 1 menunjukkan carta alir pembangunan aplikasi video animasi 2D tenaga boleh baharu RBT tahun 5.



Rajah 1. Carta Alir Pembangunan Aplikasi Video Animasi 2D Tenaga Boleh Baharu RBT Tahun 5



Rajah 2. Susun Atur Reka Bentuk Isi Kandungan

ANALISIS DAN PERBINCANGAN

Penyelidikan analisi mengenai data pada fasa penilaian aplikasi interaktif menggunakan model Waterfall. Data dikumpul daripada soal selidik dan Google Form yang telah dibangunkan untuk instrumen kajian apabila pakar daripada bidang multimedia serta guru sekolah mengajar subjek Reka Bentuk dan Teknologi Tahun 5. Data yang diperolehi daripada tiga orang pakar daripada pensyarah FPTV UTHM dan pakar isi kandungan daripada guru sekolah rendah seramai empat orang. Pada setiap borang penilaian reka terbahagi kepada tiga bahagian iaitu Bahagian A adalah demografi pakar, Bahagian B adalah Reka Bentuk Antaramuka atau Reka Bentuk Isi kandungan dan Bahagian C adalah komen dan cadangan.

Penilaian Pakar

Bagi kebolehfungsian untuk pembangunan aplikasi atau produk daripada penilaian pakar agar bidang kepakaran memenuhi kriteria. Seramai tujuh orang pakar telah melaksanakan penilaian akan kebolehfungsian aplikasi RBT tahun 5 mengenai tenaga boleh dibaharui yang telah dibangunkan oleh pembangun. Pakar terlibat bagi pengesahan produk adalah dua orang pensyarah daripada FPTV dan seorang pensyarah daripada FSKTM UTHM untuk menguji bahagian Reka Bentuk Antaramuka. Tambahan lagi, 4 orang pakar daripada guru RBT dari Sekolah Rendah Meru Klang, Selangor bagi menilai Reka Bentuk Isi kandungan.

Analisis Latar Belakang Pakar Antaramuka

Bahagian analisis latar belakang di dalam bahagian A borang penilaian pakar. Borang penilaian pakar antaramuka mengandungi maklumat umum seperti jantina, taraf pendidikan, bidang pengkhususan, pengalaman pekerjaan, sektor dan jawatan. Perlaksanaan borang penilaian pakar antaramuka ini dijalankan kepada dua orang pakar daripada pensyarah FPTV dan seorang pensyarah daripada FSKTM UTHM. Data telah dianalisis dan dipersembahkan dalam bentuk nilai kekerapan dan peratusan. Bagi setiap jadual dapat mempamerkan beberapa maklumat, kadar kekerapan dan peratusan penerimaan pakar untuk menguji aspek reka bentuk antaramuka dan persembahan. Jadual 1-4 menunjukkan analisis data pakar reka bentuk antaramuka bagi setiap elemen.

Jadual 1 : Jadual Analisis Data Pakar Reka Bentuk Antaramuka (Teks).

Item	Pernyataan	Setuju	(%)	Tidak Setuju	(%)
1	Penggunaan warna teks adalah bersesuaian.	3	100%	0	0%
2	Jenis teks yang digunakan mudah difahami	3	100%	0	0%
3	Saiz teks adalah konsisten	3	100%	0	0%
4	Jenis teks yang digunakan mudah difahami.	3	100%	0	0%

Jadual 2 : Jadual Analisis Data Pakar Reka Bentuk Antaramuka (Grafik).

Item	Pernyataan	Setuju	(%)	Tidak Setuju	(%)
1	Grafik 2D yang digunakan adalah bersesuaian.	3	100%	0	0%
2	Penggunaan grafik 2D yang mudah difahami.	3	100%	0	0%
3	Penggunaan grafik yang mempunyai resolusi yang jelas.	3	100%	0	0%
4	Warna grafik yang digunakan adalah bersesuaian dengan latar belakang grafik..	3	100%	0	0%

Jadual 3. Jadual Analisis Data Pakar Reka Bentuk Antaramuka (Audio).

Item	Pernyataan	Setuju	(%)	Tidak Setuju	(%)
1	Muzik latar yang digunakan adalah sesuai.	3	100%	0	0%
2	Muzik latar dalam persembahan video animasi bersesuaian digunakan.	3	100%	0	0%
3	Penggunaan audio adalah sesuai dengan isi kandungan.	3	100%	0	0%

Jadual 4. Jadual Analisis Data Pakar Reka Bentuk Antaramuka (Video).

Item	Pernyataan	Setuju	(%)	Tidak Setuju	(%)
1	Video boleh dimainkan oleh pengguna pada bila-bila masa.	3	100%	0	0%
2	Video yang disediakan menarik perhatian pengguna berdasarkan sub-topik.	3	100%	0	0%
3	Durasi masa video adalah bersesuaian mengikut sub-topik pelajaran.	3	100%	0	0%

Jadual 5. Jadual Analisis Data Pakar Reka Bentuk Antaramuka (Interaksi).

Item	Pernyataan	Setuju	(%)	Tidak Setuju	(%)
1	Butang navigasi adalah teratur berdasarkan papan cerita.	3	100%	0	0%
2	Navigasi butang dan ikon dapat digunakan mengikut aturcara.	3	100%	0	0%
3	Penggunaan saiz dan warna butang adalah sesuai.	3	100%	0	0%

Analisis Reka Bentuk Isi Kandungan

Pada bahagian analisis reka bentuk isi kandungan adalah bahagian B terdapat akan borang penilaian pakar isi kandungan. Borang penilaian isi kandungan mempunyai 10 soalan yang memberikan kesan dan mendapatkan analisis tahap reka bentuk isi kandungan animasi 2D bagi RBT Tahun 5 mengenai tenaga boleh dibaharu yang telah dibangunkan oleh pembangun. Data analisis dapat dipersembahkan dalam nilai kekerapan dan peratusan, memaparkan item soalan, kadar kekerapan dan peratusan penerimaan pakar bagi menguji reka bentuk isi kandungan produk. Jadual 6 menunjukkan analisis data pakar reka bentuk isi kandungan.

Jadual 6. Jadual Analisis Data Pakar Reka Bentuk Isi Kandungan.

Item	Pernyataan	Setuju	(%)	Tidak Setuju	(%)
1	Video animasi sistem solar di rumah dapat memberi gambaran jelas mengenai langkah-langkah tenaga yang boleh diperbaharui..	4	100%	0	0%
2	Isi kandungan mengenai tenaga diperbaharui ke sistem elektrik di rumah.	4	100%	0	0%
3	Video animasi sistem solar ini jelas.	4	100%	0	0%
4	Isi kandungan mengenai cara sistem solar menerangkan maklumat dengan betul.	4	100%	0	0%
5	Animasi 2D dibangunkan bersesuaian dengan sistem solar di rumah.	4	100%	0	0%
6	Video animasi sistem solar di rumah dihasilkan mudah difahami oleh murid tahun 5.	4	100%	0	0%

7	Video animasi sistem solar di rumah dihasilkan dapat diikuti dengan baik.	4	100%	0	0%
8	Video animasi sistem solar mempunyai nilai kefahaman dengan baik.	4	100%	0	0%
9	Video animasi sistem solar di rumah dipersembahkan dengan menarik.	4	100%	0	0%

Cadangan daripada Pakar Antaramuka

Bahagian komen dan cadangan membincangkan mengenai petikan yang telah diberikan oleh tujuh pakar yang terdiri daripada tiga pakar antaramuka dan empat pakar isi kandungan terhadap pembangunan aplikasi RBT Tahun 5 dengan video animasi 2D mengenai tenaga boleh dibaharui.

- Video perlu ada butang play, pause dan end.
- Audio perlu musik dan kesesuaian dengan pendengar.
- Paparan blackboard mengganggu mesej ingin disampaikan.
- Cadangan daripada Pakar Isi Kandungan

Mendapati hasil analisis pakar isi kandungan bagi komen dan cadangan bersetujui dengan aplikasi RBT Tahun 5 ini. Komen yang membina dan positif dengan keempat pakar isi kandungan serta video animasi 2D RBT tahun 5 mengenai tenaga boleh dibaharu. Video animasi 2D tersebut sumber daripada buku teks tahun 5 RBT dengan sangat bagus dan memberi makna kepada setiap murid tahun 5 sekolah rendah. Pembangunan aplikasi interaktif amat mudah difahami dan menarik dengan warna-warna yang ceria dan objek-objek yang jelas dan menarik perhatian.

KESIMPULAN

Pembangunan sebuah aplikasi interaktif memang bukan perkara yang enteng dengan pelbagai fasa harus dilaksanakan oleh pengkaji untuk menyiapkan kajian ini. Pembangun harus mempunyai berbagai pengalaman diperolehi agar proses permasalahan menjadikan kajian ini berhasil dengan menjana idea dalam pelaksanaan secara sistematik pada langkah awal oleh pengkaji. Apabila mendapat tajuk kajian, penyelidik harus mengumpulkan segala maklumat serta bahan seperti jurnal ilmiah, buku rujukan serta produk yang ada dipasaran iaitu aplikasi interaktif bagi mendapatkan pengetahuan asas untuk pembangun melaksanakan projek sarjana muda.

Tambahan lagi, proses reka bentuk dalam penghasilan papan cerita akan dilaksanakan dengan secara lakaran bagi kali pertama dan dapat dibangunkan dengan perisian atas talian dengan pelbagai aspek semasa proses reka bentuk seperti saiz tulisan, font tulisan, warna, jenis aplikasi serta kedudukan butang-butang yang harus bersesuaian dengan aplikasi. Semasa proses pembangunan aplikasi interaktif tidak mempunyai masalah besar yang terdapat dalam pembangunan aplikasi dengan pelbagai rujukan dan panduan telah dijalankan dengan papan cerita sebagai panduan. Pembangun dapat melaksanakan projek sarjana muda dengan mudah dan segala rancangan secara lancar dapat disatukan akan pembangunan aplikasi interaktif RBT Tahun 5 dalam Adobe Animate bagi menghasilkan aplikasi android.

Sehubungan dengan itu, proses penilaian dapat dilaksanakan dengan perkara yang telah dirancang akan kerjasama bersama-sama oleh pakar iaitu antaramuka dan isi kandungan. Soal selidik telah diberikan oleh pensyarah bagi mendapatkan responden soal selidik daripada Fakulti Pendidikan Teknik dan Vokasional (FPTV) dan Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat (FSKTM) bagi pakar antaramuka. Selain itu, pakar isi kandungan soal selidik dilaksanakan secara atas talian bersama-sama guru Reka Bentuk dan Teknologi (RBT) daripada Sekolah Rendah Meru Klang, Selangor bagi mendapatkan responden isi kandungan untuk mendapatkan data analisis pengujian aplikasi interaktif RBT Tahun 5.

Data analisis dapat dihasilkan dengan soal selidik yang telah dijawabkan oleh pakar-pakar dengan kekerapan dan peratusan dalam bentuk jadual. Ini dapat membuktikan bahawa data analisis secara tidak langsung menjadikan sebagai indikator mengenai persetujuan dan kesesuaian aplikasi interaktif RBT Tahun 5 dapat memberikan manfaat dan melancarkan proses pemudahcaraan ketika sesi

pengajaran dan pembelajaran di dalam bilik darjah. Aplikasi interaktif ini amat bersesuaian dengan penggunaan kumpulan sasaran pada murid tahun 5 sekolah rendah untuk mendapatkan pandangan awal dan proses pembelajaran menjadi mudah. Akhir sekali, komen dan cadangan dapat digunakan pakai oleh pembangun bagi menambahbaik pembangunan aplikasi interaktif RBT Tahun 5 sebagai titik kayu ukur oleh penyelidikan seterusnya bagi menyambung kajian pada masa akan datang

Sebagai kesimpulan bahawa penyelidik telah mencapai objektif kajian apabila dapat membuktikan bahawa aplikasi interaktif mampu digunakan sebagai Alat Bantu Bahan Mengajar (ABBM) apabila melibatkan proses elektrik yang tidak dapat dilihat oleh mata kasar manusia dan proses penghasilan jana kuasa ketika menggunakan peralatan elektrik. Video animasi 2D mampu menjelaskan bahawa tenaga boleh dibaharu dapat menghasilkan kuasa elektrik berskala kecil bagi penggunaan ringan ketika berada di rumah. Tenaga boleh dibaharu dapat melestarikan bumi dengan kehidupan manusia serta flora dan fauna untuk menjamin masa hadapan untuk para penyelidik.

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongan dan galakan yang berterusan sepanjang pelaksanaan kajian ini. Penghargaan turut ditujukan kepada semua rakan sekerja yang telah memberikan pandangan dan kerjasama yang bernilai sepanjang kajian dijalankan. Kajian ini telah dijalankan secara bebas dan ditanggung sepenuhnya oleh penulis tanpa sebarang pembiayaan luar.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis mengisytiharkan tiada sebarang konflik kepentingan

SUMBANGAN PENULIS

Aqil Roqwaan Roslan: Konseptualisasi, Metodologi, Perisian, Perisian, Pengesahan. **Aqilah Nasytah Roslan:** Kurasi data, Penulisan, Penyediaan draf asal, Penyuntingan. **Aqilah Teh Nadjwa Roslan:** Visualisasi, penyelidikan, Penyeliaan, Penulisan, Semakan.

KETERSEDIAAN DATA DAN BAHAN

1. Data tersedia dalam artikel ini.
2. Data boleh diperoleh atas permintaan daripada penulis.
3. Data tersedia secara terbuka dalam repositori awam dengan pengecam kekal (seperti DOI).
4. Data tertakluk kepada sekatan pihak ketiga.

PENGISYTIHARAN PENGGUNAAN AI GENERATIF

Penulis mengisytiharkan bahawa tiada AI generatif digunakan dalam penulisan manuskrip ini.

KENYATAAN ETIKA

Tidak berkenaan

RUJUKAN

- Aceng Abdul Wahid (2020). Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi. Dicapai Disember 14. 2024, daripada https://www.researchgate.net/profile/AcengWahid/publication/346397070_Analis58is_Metode_Waterfall_Untuk_Pengembangan_n_Sistem_Informasi/links/5fbfa91092851c933f5d76b6/Analisis-Metode-Waterfall-Untuk-Pengembangan-Sistem_Informasi.pdf
- Ahmad Moghni Salbani & Gobi a/I Sinnaiah. (2021). Kesan Animasi Dalam Pengajaran Pembelajaran Dalam Matapelajaran Kemahiran Hidup Ke Atas Murid-Murid Tingkatan 3, Di Sebuah Sekolah Menengah Di Daerah Kuala Muda , Kedah. Dicapai November 1, 2024, daripada <http://www.fp.utm.my/ePusatSumber/listseminar/20.KonventionTP2007-20/pdf/volume2/119-ahmadMoghni.pdf>.
- Chowdhury Akram Hossain, Nusrat Chowdhury, Michela Longo & Wahiba Ya'ici (2019). System and Cost Analysis of Stand-Alone Solar Home System Applied to a Developing Country. Dicapai November 2. 2024, daripada <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/5/1403ormasi/links/5fbfa91092851c933f5d76b6/Analisis-Metode-Waterfall-Untuk-engembangan-SistemInformasi.pdf>
- Ikhwan Lulu'ul Fadli (2020). Pemanfaatan Energi Alternatif (Solar Cell) Pada Sistem Penerangan Rumah Tangga. Dicapai November 2. 2024, daripada <http://repository.upstegal.ac.id/946/1/SKRIPSI%20IKHWAN%20LULU%20UL%20FADLI.pdf>
- Isa, N., & Mohd Imam Ma'arof, N. (2018). Keberkesanan Penggunaan Grafik Berkomputer Sebagai Alat Bahan Bantu Mengajar Dalam Kalangan Pelajar Reka Bentuk Dan Teknologi. Sains Humanika. 10(3-3). Dicapai November 1, 2024, daripada <https://doi.org/10.11113/sh.v10n3-3.1519>
- Liu, C., & Elms, P. (2019). Animating student engagement: The impacts of cartoon instructional videos on learning experience. Research In Learning Technology, 27(0). Dicapai November 1, 2024, daripada <https://journal.alt.ac.uk/index.php/rlt/article/view/2124>
- Mistirine Radin, M & Al-Muz-zammil Yasin (2018). Pelaksanaan Pendidikan Abad Ke-21 di Malaysia: Satu Tinjauan Awal. Dicapai November 2. 2024, daripada <https://sainshumanika.utm.my/index.php/sainshumanika/article/view/1481/784>
- Muhamad Rizal Wira Kusuma, Esa Apriakar & Djuniadi (2020). Rancang Bangun Sistem Pembersih Otomatis Pada Solar Panel Menggunakan Wiper Berbasis Mikrokontroler. Dicapai November 2. 2024, daripada <https://ojs.jurnaltechne.org/index.php/techne/article/view/220/180>
- Muhamad Syahman Mahdi, Yunos & Mohd Yuszaidy Mohd Yusoff (2021). Penerimaan Pelajar Terhadap Animasi Upin & Ipin Sebagai Alat Bantu Mengajar (Student Acceptance Of Upin & Ipin Animation As A Learning Tools. Dicapai November 1, 2024, daripada <https://jpmmm.um.edu.my/index.php/jurnalmelayusedunia/article/download/27630/12461/62643>.
- Muhammad Aniq Mohd Aris, & Mohd Zaki Mohd Salikon (2022). Pembangunan Sistem Pengurusan Inventori Gudang. Dicapai Mei 31. 2024, daripada <https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/aitcs/article/view/2256/1896>
- Nur Ezzah Batrisyia Badaruddin, & Noorazeen Mohd Ali (2020). Sistem E_Pembelajaran. Dicapai 15 2024, daripada <https://www.ftsm.ukm.My/v5/file/research/technicalreport/PTA-FTSM-2020-031.pdf>
- Rani Susanto & Anna Dara Andriana (2016). Perbandingan Model Waterfall dan Prototyping Untuk Pengembangan Iformasi. Dicapai Disember 14. 2024, daripada <https://repository.unikom.ac.id/30459/1/4.miu-14-no-1-rani.pdf>
- Sunarya Lusyani, Della & Firmansyah Agustian. (2017). Video Profile Sebagai Sarana Informasi Dan Promosi Studio Satu Pt. Media Televisi Indonesia (Metro Tv). Dicapai November 1, 2024, daripada <https://media.neliti.com/media/publications/299472-video->
- Teten Haryanto, Henry Charles & Hadi Pranoto (2021). Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch. Dicapai November 2, 2024, daripada http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/t!%40file_artikel_abstrak/Isi_Artikel_145686415748.pdf
- Zaidatun Tasir & Mohd Adzha Abdul Manan (2023). Pembangunan Sistem Pengujian Soalan Berasaskan Aras Kognitif Bloom Bagi Topik Nisbah Tingkatan Dua KBSM. <https://core.ac.uk/download/pdf/11786269.pdf>

- Richard E. Mayer (2024). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers ... - Ruth C. Clark, Richard E. Mayer - Google Books
- Nazzila Hasya Afina, Dede Margo Irianto & S Nailul Muna Aljamaliah (2024). Development Of Interactive Animated Video Learning Media On Energy Transformation Material For Class Iv Primary School. <https://prospek.unram.ac.id/index.php/PROSPEK/article/view/576>
- Guadalupe Martinez-Borreguero, Jesus Maestre-Jimenez, Milagros Mateos-Nunez dan Francisco Luis Naranjo-Correa (2024). Integrating Energy and Sustainability into the Educational Curriculum: A Pathway to Achieving SDGs. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/10/4100>
- Johana Evelyn Montalvan Castilla (2024). Children's understanding and STEM-related experiences of solar energy and technologies in a smart kindergarten in Norway. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1350293X.2024.2413861>
- Qusay Hassan, Patrik Viktor, Tariq Al-Musawi, Bashar Mahmood (2024). The renewable energy role in the global energy Transformations. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755008424000097>