

Implementasi Realiti Terimbuh Berpenanda untuk Praktis Ejaan Jawi: Bumi Jawi

Implementation of Marker-based Augmented Reality for Jawi Spelling Practice: Bumi Jawi

Nur Afrina Shuhada Norizam¹, Noorhaniza Wahid^{1*}

¹ *Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat,*

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, 86400, MALAYSIA

*Corresponding Author: nhaniza@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/aitcs.2025.06.01.083>

Maklumat Artikel

Diserah: 15 Jun 2024

Diterima: 19 Jun 2025

Diterbitkan: 30 Jun 2025

Kata Kunci

Realiti Terimbuh Berpenanda, Jawi, MMCD, VARK, Kinestetik

Keywords

Marker-based Augmented Reality technology, Jawi, MMCD, VARK, kinesthetic

Abstrak

Tulisan Jawi merupakan warisan bangsa Melayu Islam yang pernah menjadi kebanggaan suatu ketika dahulu. Teknik pembelajaran subjek Jawi di sekolah kini masih kurang elemen multimedia seperti elemen permainan dan realiti terimbuh. Realiti terimbuh berpenanda merupakan satu cadangan aktiviti pembelajaran subjek bahasa yang melibatkan elemen kinestetik dalam bilik darjah. Oleh itu, projek ini dibangunkan untuk membina sebuah aplikasi latihan tubi yang bernama Bumi Jawi bagi menjadikan sesi pembelajaran lebih menarik. Sasaran pengguna bagi aplikasi ini ialah kanak-kanak berumur 7-10 tahun. metodologi *Multimedia Mobile Content Development* (MMCD) digunakan bagi membantu penjadualan projek ini agar aplikasi ini diterimapakai oleh sasaran pengguna. Dua teknik ujian penerimaan pengguna dijalankan iaitu *Technology Acceptance Model* (TAM) dan *System Usability Scale* (SUS). Aplikasi ini mendapat maklumbalas positif dari responden dengan 42.71% setuju dan 57.29% sangat setuju. Manakala pengujian SUS pula mengesahkan kebolegunaan aplikasi Bumi Jawi adalah baik dengan skor 80.6%.

Abstract

Jawi writing is a heritage of Muslim Malays that was once a source of pride. To improve the knowledge of these writings in young people, Jawi has been applied as a subject in primary school. The current process of learning is lack of multimedia elements such as games and augmented reality. Therefore, this project is proposed to develop an exercise application namely Bumi Jawi to make the learning process more interesting with the involvement of marker-based augmented reality. The target user for this project are children aged 7 to 10. Multimedia Mobile Content Development (MMCD) approach is used to assist in scheduling this project. Two user acceptance testing techniques were conducted, namely the Technology Acceptance Model (TAM) and the System Usability Scale (SUS). The respondent give positive feedback towards this apps. with 42.71% agreeing and 57.29% strongly agreeing that the Bumi Jawi application in TAM and 80.6% by TAM.

1. Pengenalan

Tulisan Jawi merupakan salah satu lambang identiti bangsa Melayu sejak zaman kegemilangan Kerajaan Melayu Melaka lagi. Kepentingan kewujudan tulisan Jawi ini adalah sebagai lambang identiti bagi bangsa Melayu beragama Islam [1]. Namun, tahap penguasaan Jawi dalam kalangan pelajar sekolah kini kurang memberangsangkan. Oleh itu, subjek Jawi diperkenalkan dalam sistem pendidikan seawal dari peringkat sekolah tadika. Umumnya, kaedah pembelajaran di sekolah dilaksanakan secara konvensional dengan menggunakan buku teks dan buku latihan menulis Jawi. Namun, kanak-kanak masa kini lebih terdedah kepada aplikasi didik hiburan (*edutainment*) [2]. Oleh itu, penghasilan aplikasi yang berinovatif melibatkan teknologi seperti realiti terimbuah merupakan alternatif pembelajaran terkini bagi membantu proses pemantapan dan penguasaan Jawi dalam kalangan murid-murid.

Realiti terimbuah (*Augmented Reality*) atau lebih dikenali sebagai AR merupakan sebuah teknologi yang menggabungkan dunia realiti dengan dunia maya. Terdapat dua jenis AR iaitu AR berpenanda (*Marker-based AR*) dan AR tanpa penanda (*Markerless AR*). AR berpenanda berfungsi dengan mengimbas penanda manakala AR tanpa penanda mengimbas permukaan rata bagi menghasilkan objek yang terimbuah seperti grafik, objek 3D, audio dan teks [3]. AR berpenanda adalah pendekatan yang paling sesuai digunakan dalam subjek bahasa seperti Jawi kerana ejaan bahasa terdiri daripada gabungan lebih dari satu huruf dalam sesuatu perkataan [4]. Selain itu, pendekatan aktiviti pembelajaran berasaskan teknologi AR ini sesuai dengan gaya pembelajaran kinestetik dalam kalangan kanak-kanak.

Justeru, sebuah aplikasi pembelajaran Jawi berasaskan latih tubi yang dinamakan Bumi Jawi dicadangkan untuk dibangunkan. Perlaksanaan projek ini terdiri dari pada tiga objektif iaitu untuk: (1) mereka bentuk kandungan bagi aplikasi Bumi Jawi dengan pendekatan pembelajaran kinestetik, (2) membangunkan aplikasi Bumi Jawi dengan mengimplementasikan teknologi Realiti Terimbuah (AR), dan (3) melaksanakan pengujian kegunaan dan penerimaan pengguna ke atas aplikasi Bumi Jawi terhadap pengguna sasaran. Aplikasi ini memfokuskan kepada murid-murid berumur 7-10 tahun. Pakar subjek (*Subject Matter Expert*) yang terlibat dalam projek ini ialah Ustaz Muhammad Firaz bin Khairul Shamsul guru Kelas Al-Quran dan Fardhu Ain (KAFA) dari SRITI Tahfiz Al-Azhar, Parit Raja, Johor. Aplikasi Bumi Jawi merupakan aplikasi Android yang mengandungi 2 modul aktiviti iaitu modul Dunia AR dan Kembara Jawi. Dunia AR mengimplimentasikan teknologi AR dengan 2 tema perkataan yang berbeza iaitu tema Angkasa Raya dan Haiwan Kebangsaan. Manakala modul Kembara Jawi menggunakan pendekatan tatal sisi 2-dimensi (2D side scroll). Aplikasi ini menggunakan campuran tulisan rumi dan Jawi bagi memudahkan murid memahami navigasi dan arahan penggunaan aplikasi.

Kertas kajian ini disusun seperti berikut: Seksyen 2 menerangkan mengenai domain kajian, teknologi yang digunakan dan hasil analisis perbandingan. Seksyen 3 menjelaskan metodologi *Multimedia Mobile Content Development* (MMCD) dan hasil dari setiap fasa MMCD. Selain itu, seksyen 4 menerangkan keputusan dan perbincangan, dan seksyen 5 menerangkan kesimpulan projek.

2. Sorotan Kajian

Seksyen ini akan menjelaskan mengenai domain kajian, teknologi yang digunakan dan hasil analisis perbandingan antara aplikasi sedia ada dan aplikasi cadangan

2.1 Tulisan Jawi

Jawi diperkenalkan semasa era Kesultanan Melayu Melaka oleh pedagang Arab yang juga membawa pengaruh Islam ke Tanah Melayu. Jawi merupakan sebuah warisan Melayu yang sangat berharga dan merupakan sistem penulisan yang berasal dari bahasa Arab iaitu bahasa yang digunakan dalam Al-Quran [2]. Pada mulanya, huruf Jawi diambil langsung dari huruf Arab yang terdiri daripada 29 huruf. Namun, untuk penyesuaian berdasarkan keperluan masyarakat setempat, beberapa huruf bahasa Parsi telah diubahsuai dan ditambah masuk ke dalam sistem penulisan Jawi hingga menjadi 34 huruf keseluruhannya. Antara huruf tambahan yang dimasukkan termasuklah ك, غ, ف, ج, dan ن [2]. Sehubungan dengan itu, bagi memartabatkan tulisan Jawi yang mula dipinggirkan, pendidikan negara mula menekankan pembelajaran tulisan Jawi dalam sesi pembelajaran di sekolah [5]. Subjek Jawi ini diterapkan dalam pembelajaran pelajar sekolah rendah dan sekolah menengah bermula dari tahun 1992 [5]. Seiringi dengan peredaran teknologi masakini, pengguna teknologi dalam pembelajaran telah sedikit sebanyak mengambilalih fungsi buku teks dan buku latihan. Antara pendekatan pembelajaran berteknologi yang digunakan adalah permainan tatal sisi 2-dimensi (2D) yang terdapat pada modul Kembara Jawi dan teknologi AR yang terdapat pada modul Dunia AR.

2.2 Realiti Terimbuah

Teknologi Realiti Terimbuah (AR) yang digunapakai dalam aplikasi Bumi Jawi ini merupakan sebuah teknologi yang menggabungkan dunia realiti dengan dunia maya seperti grafik, objek 3D, audio dan teks [6]. Ia membuka satu variasi baru dalam pembikinan grafik bidang teknologi *multimedia* khususnya dalam bidang pendidikan

[6].AR berpenanda merupakan kaedah yang papling popular kerana kaedah ini menarik digunakan oleh kanak-kanak dan mudah digunakan. Pengguna hanya perlu mengimbas dan membaca penanda yang diberikan untuk memaparkan objek 3D yang terimbuh [4]. AR berpenanda merupakan satu kaedah yang sesuai digunakan dalam pembelajaran di sekolah khususnya yang melibatkan aktiviti mengeja di mana murid-murid boleh menyusun beberapa penanda untuk membentuk ejaan perkataan yang betul. Penggunaan AR berpenanda ini dapat meningkatkan keseronokan dengan adanya penglibatan kinestetik dalam pembelajaran kanak-kanak.

2.3 Gaya Pembelajaran Kinestetik

Gaya pembelajaran ialah cara pelajar memberi reaksi terhadap pembelajaran mereka dengan menggunakan kaedah belajar yang berbeza [7]. VARK (*visual, auditory, read/write, kinesthetic*) merupakan salah satu pendekatan dalam gaya pembelajaran yang sering digunapakai oleh kebanyakan pelajar hari ini [8]. Kinestetik merupakan salah satu gaya pembelajaran dari yang diambil dari model VARK untuk digunakan dalam projek ini. Gaya pembelajaran ini merupakan teknik yang melibatkan aktiviti pergerakan anggota badan seperti praktikal dan pembelajaran interaktif [9]. Pelajar yang mempunyai keupayaan kinestetik ini dapat bertindak balas dengan baik menggunakan ransangan deria di anggota badan mereka terutamanya tangan [10]. Cara pembelajaran ini adalah sangat menarik dan sesuai bagi kanak-kanak yang inginkan keseronokkan dalam rutin harian mereka. Penggunaan elemen kinestetik dalam latihan dan aktiviti pengukuhan bahasa seperti ejaan dapat membantu murid memahami dan mengingati ejaan sesuatu perkataan dengan lebih baik. Analisis perbandingan antara aplikasi sedia ada dan aplikasi cadangan akan diterangkan di dalam sub-seksyen yang seterusnya.

2.4 Analisis Perbandingan

Seksyen ini membincangkan perbandingan antara aplikasi sedia ada seperti aplikasi Belajar Mengeja Jawi dan Suku Kat [11], AR Jawi [12], dan Jom Jawi [13], dan aplikasi yang dibangunkan iaitu Bumi Jawi. Ciri-ciri yang dibandingkan merangkumi teknologi yang digunakan, jenis AR, kandungan aplikasi, modul aktiviti, antara muma pengguna, elemen multimedia dan kelebihan aplikasi tersebut. Rajah 1 menunjukkan contoh antara muka bagi ketiga-tiga aplikasi sedia ada, manakala Jadual 1 membincangkan mengenai tujuh ciri-ciri yang terdapat di dalam setiap aplikasi.

Berdasarkan Jadual 1, berbezaan yang dapat dilihat ialah dua daripada tiga aplikasi sedia ada tidak menyediakan AR berpenanda seperti yang dibangunkan dalam aplikasi ini. Seterusnya, aplikasi sedia ada lebih banyak memfokuskan kepada topik pembelajaran berbanding aplikasi Bumi Jawi memfokuskan pada aktiviti latih tubi ejaan Jawi. Selain itu, pendekatan modul aktiviti yang digunakan bagi aplikasi sedia ada adalah kurang menarik dengan menggunakan kuiz ringkas. Oleh itu aplikasi yang dibangunkan menggunakan elemen permainan iaitu permainan tatal sisi 2-dimensi(2D). Tambahan pula aplikasi sedia ada ini kurang mesra pengguna terutamanya kanak-kanak berbanding aplikasi Bumi Jawi yang mesra pengguna dengan menyediakan arahan penggunaan yang jelas dan mudah difahami bagi kanak-kanak. Akhir sekali, keunikan yang terdapat pada aplikasi Bumi Jawi yang tidak terdapat pada aplikasi sedia ada ialah aplikasi yang dibangunkan memfokuskan kepada latih tubi AR yang dilaksanakan secara berkumpulan serta mempunyai aktiviti berasaskan permainan.



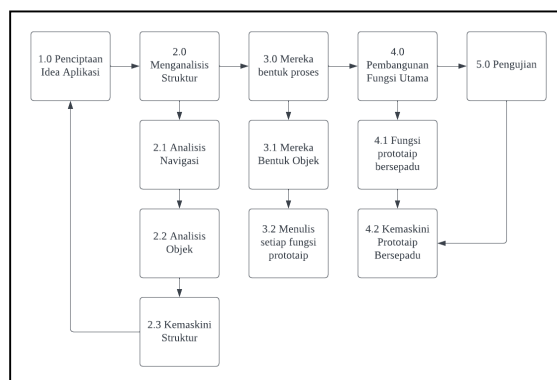
Rajah 1(a) Belajar Mengeja Jawi dan Suku Kat; (b) AR Jawi; (c) Jom Jawi

Jadual 1 Perbandingan antara aplikasi sedia ada dengan aplikasi yang dibangunkan

Aplikasi/ Elemen	Belajar Mengeja Jawi dan Suku Kata	AR Jawi	Jom Jawi	Bumi Jawi
Teknologi yang digunakan	Tiada	Menyediakan AR	Tiada	Menyediakan AR
Jenis AR	Tiada	AR berpenanda	Tiada	AR berpenanda
Kandungan aplikasi	Belajar mengenal huruf dan suku kata dalam tulisan Jawi	Belajar mengenal huruf Jawi dan perkataan asas Jawi	Belajar mengenal huruf imbuhan dalam Jawi	Latih tubi ejaan Jawi
Modul Aktiviti	Permainan teka teki	Kuiz ringkas	Kuiz ringkas	Tatal Sisi 2D (<i>2D Side Scroll</i>)
Antara muka pengguna	Kurang mesra pengguna. Butang yang bertindih antara satu sama lain menyukarkan pengguna untuk mengakses butang tersebut.	Kurang mesra pengguna. Tidak menyediakan tutorial pengguna dan cara penggunaan AR yang mengelirukan bagi kanak-kanak	Kurang mesra pengguna. Kurang penggunaan karakter animasi dan menarik	Mesra pengguna. Cara penggunaan yang ringkas beserta tutorial penggunaan.
Elemen Multimedia	Grafik dan teks	Grafik, teks dan video	Teks	Teks, audio dan animasi
Kelebihan	Fokus kepada modul pengajaran	Menggunakan model 3D yang menarik bagi modul AR	Penerangan yang jelas bagi modul pembelajaran	Fokus kepada latih tubi AR yang dilaksanakan secara berkumpulan serta mempunyai aktiviti berasaskan permainan

3. Metodologi

Bumi Jawi merupakan aplikasi latih tubi yang dibangunkan untuk membantu para murid melatih kemahiran mengeja Jawi. Oleh itu, metodologi *Multimedia Mobile Content Development* (MMCD)[14] dipilih dalam proses pembangunan aplikasi ini. MMCD ini sesuai digunakan kerana metodologi ini seiring dengan pengisian pembangunan aplikasi ini iaitu mengfokuskan kepada kandungan pembelajaran dalam aplikasi mudah alih. MMCD ini mengandungi lima fasa utama iaitu fasa penciptaan idea aplikasi, fasa menganalisis struktur, fasa mereka bentuk proses, fasa pembangunan fungsi utama, dan fasa pengujian sistem. Setiap fasa utama mengandungi sub-sub fasa khusus seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.



Rajah 2 Metodologi MMCD [14]

3.1 Penciptaan Idea Aplikasi

Penciptaan idea aplikasi adalah fasa pertama dalam metodologi MMCD yang melibatkan penyediaan senarai semak penciptaan idea aplikasi seperti yang dinyatakan pada Jadual 2 dan aktiviti pengumpulan data dan informasi melalui analisis keperluan pengguna seperti pada Jadual 3. Kaedah pengumpulan maklumat bagi projek ini dilakukan melalui temu bual bersama pakar bidang atau *Subject Matter Expertise* (SME). SME bagi projek ini merupakan seorang guru Kelas AL-Quran dan Fardhu Ain (KAFA) dari Sekolah Rendah Integrasi Teras Islam (SRITI) Tahfiz Al-Azhar Sri Gading, Johor iaitu Ustaz Muhammad Firaz bin Khairul Shamsul yang berpengalaman selama dua tahun. Beberapa soalan mengenai sasaran pengguna dan subjek Jawi telah diberikan kepada beliau sepanjang temu bual tersebut. Berdasarkan temubual tersebut, beberapa keperluan pengguna telah dikenalpasti bagi membantu pembangunan aplikasi ini.

Jadual 2 Senarai semak penciptaan idea aplikasi

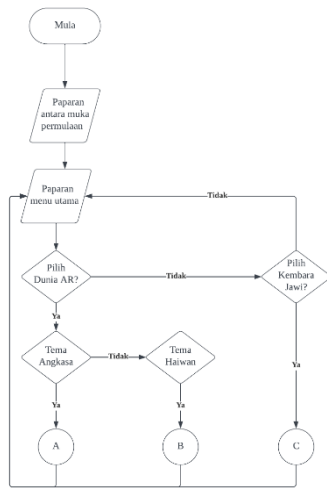
Fasa	Perincian
Jenis aplikasi	Aplikasi latih tubi ejaan Jawi
Peranti sasaran	Telefon pintar (Android)
Pengguna sasaran	Kanak-kanak berumur 7-10 tahun
<i>Graphical User Interface</i> (GUI)	Halaman utama, halaman menu utama, halaman penceritaan, halaman AR Angkasa, halaman Peta Kembara, halaman Kembara Jawi, halaman tetapan.
Gambar	Ikon, butang dan latar belakang
Animasi	Karakter permainan
Audio	Musik latar belakang
Ringkasan Aplikasi	Aplikasi Bumi Jawi ini dibina bagi membantu murid untuk melatih kemahiran mengejaan Jawi menggunakan teknologi AR dan di samping menyediakan permainan didik hibur yang menarik.

Jadual 3 Analisis Pengguna

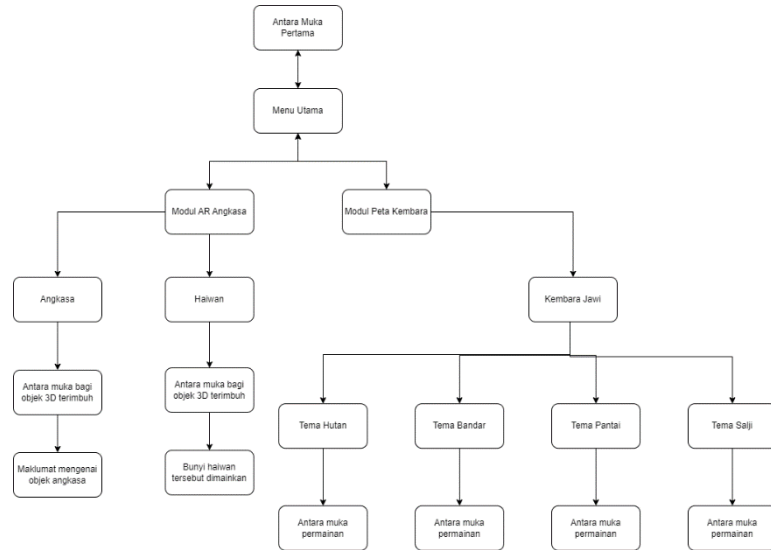
Kategori pihak berkepentingan	Peranan	Implikasi Reka Bentuk	Tindakan yang diperlukan
<i>Subject Matter Expertise</i> (SME)	Guru subjek Jawi	Perkataan yang mudah dan mudah difahami	<ul style="list-style-type: none"> Gunakan perkataan yang mudah dieja mudah dan difahami oleh kanak-kanak. Penggunaan perkataan yang mengandungi 2-4 suku kata sahaja. Meletakkan tulisan jawi bersambung bagi setiap aktiviti bagi membantu murid mengetahui cara menyambung huruf yang betul. Elakkan perkataan pinjaman bahasa Inggeris yang susah dieja oleh kanak-kanak.
		Penggunaan elemen multimedia yang menarik	<ul style="list-style-type: none"> Penggunaan objek 3D yang warna. Objek 3D dalam AR yang interaktif.
		Navigasi yang mudah	<ul style="list-style-type: none"> Penggunaan label dan ikon yang biasa digunakan seperti butang sebelum, seterusnya dan butang tetapan.
		Penggunaan tema yang menarik dan mesra kanak-kanak	<ul style="list-style-type: none"> Tema angkasa dan bumi merupakan tema yang menarik untuk kanak-kanak. Perkataan berdasarkan aktiviti harian perlu diperbanyakkan.

3.2 Fasa Analisis Struktur

Pada fasa kedua metodologi MMCD ini, struktur aplikasi cadangan akan dianalisis. Rajah 3 menunjukkan Rajah 4 menunjukkan carta alir utama sistem bagi aplikasi yang dibangunkan dan Rajah 4 struktur navigasi yang memaparkan navigasi antara muka yang terdapat di dalam aplikasi Bumi Jawi. Manakala keperluan fungsian, keperluan tidak fungsian, carta alir bagi setiap modul, rajah modul aplikasi, struktur kandungan,keperluan perkakasan dan perisian dilampirkan pada Lampiran B.



Rajah 3 Carta alir sistem



Rajah 4 Struktur Navigasi

3.3 Fasa Mereka Bentuk Proses


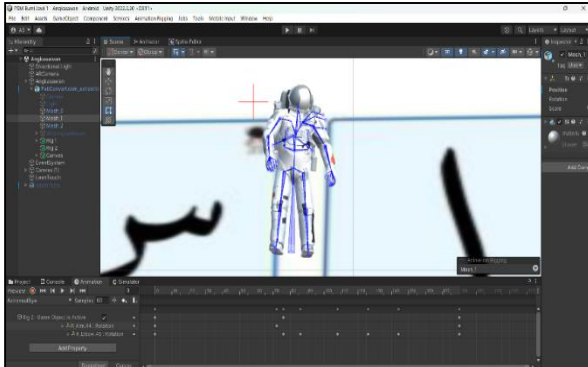

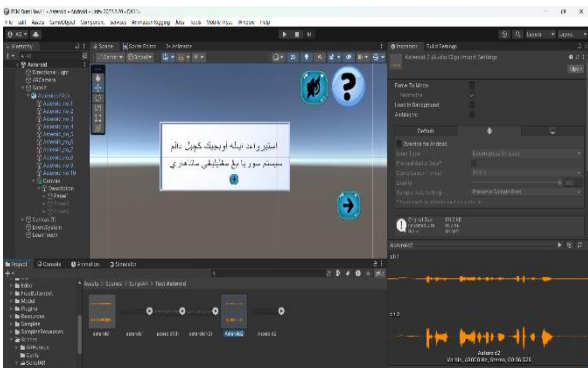
Terdapat dua sub-fasa reka bentuk proses iaitu fasa reka bentuk objek yang merangkumi antara muka, interaksi dan pembikinan aset yang terlibat dalam aplikasi Bumi Jawi. Beberapa perisian digunakan untuk membina objek, aset dan papan cerita aplikasi seperti Adobe Photoshop, Blender, dan Canva. Jadual 4 menunjukkan reka bentuk butang bagi aplikasi Bumi Jawi. Jadual 5 menunjukkan implementasi aset aplikasi dan Jadual 6 menunjukkan reka bentuk antara muka yang digabungkan dari pembikinan aset.

Sub-fasa yang kedua ialah menulis prototaip fungsi tunggal bagi setiap babak (*Scene*). Rajah 5 merupakan fungsi yang berfungsi dengan mengawal pergerakan karakter berdasarkan butang yang ditekan oleh pengguna seperti berjalan ke hadapan, ke belakang dan melompat. Skrip PlayerMovement.cs ini di letakkan pada karakter pemain dan komponen animasi.






Jadual 4 Reka Bentuk Objek

Butang	Huraian	Butang	Huraian
	Butang mula		Butang keluar
	Butang kembali		Butang modul Dunia AR
	Butang mula semula		Butang modul Kembara Jawi
	Butang jeda		Butang memasuki AR Angkasa Raya
	Butang arahan		Butang memasuki AR Haiwan Kebangsaan


Jadual 5 Implimentasi aset aplikasi

Aset	Pembangunan	Penerangan
Animasi 2D		Pembinaan animasi 2D ini dilaksanakan pada platform Unity. Pergerakan asas karakter direkodkan termasuk idel, berjalan, dan melompat.
Animasi 3D		Animasi 3D bagi objek AR direkodkan dengan menandakan posisi setiap posisi dan putaran bagi setiap tulang dan objek yang terlibat.
Video MP4		Video pada modul Kembara Jawi ini merupakan hasil tangkap layar tulisan sambungan perkataan Jawi yang ditulis secara
Audio		Audio penjelasan bagi modul Angkasa Raya ini terhasil dari rakaman suara menggunakan perakam suara seperti <i>Recorder</i> . Audio tersebut diimport ke dalam Unity.

Jadual 6 Reka Bentuk Antara Muka

No	Antara Muka	Huraian
1		Ini merupakan antara muka pertama bagi aplikasi Bumi Jawi . Pengguna perlu menekan butang main untuk terus ke menu utama
2		Ini merupakan menu utama bagi aplikasi Bumi Jawi. Menu utama ini mengandungi dua butang modul latih-tubi iaitu Dunia AR dan modul Kembara Jawi.
3		Apabila pengguna memasuki modul Dunia AR, 2 tema perkataan disediakan iaitu Angkasa Raya dan Haiwan Kebangsaan. Pengguna perlu memilih tema yang diinginkan.
4		Sekiranya pengguna memilih tema Angkasa raya beberapa perkataan tentang angkasa akan dipaparkan pada skrin aplikasi. Pengguna perlu memilih perkataan yang dikehendaki bagi memasuki mod AR. Dalam mod AR, pengguna perlu menyusun penanda mengikut ejaan yang betul berdasarkan perkataan rumi yang dipaparkan. Apabila kamera pengimbas berjaya membaca penanda tersebut, objek AR beserta panel penerangan akan terimbuhi di skrin aplikasi.
5		Sekiranya pengguna memilih tema Haiwan Kebangsaan, senarai haiwan yang mewakili setiap negeri-negeri di Malaysia terpapar pada skrin. Pengguna perlu memilih perkataan yang dikehendaki bagi memasuki mod AR. Dalam mod AR, pengguna perlu menyusun penanda mengikut ejaan yang betul berdasarkan perkataan rumi yang dipaparkan. Apabila kamera pengimbas berjaya membaca penanda tersebut, objek AR akan terimbuhi di skrin aplikasi dan audio bunyi haiwan dimainkan.

Jadual 6 Reka Bentuk Antara Muka (sambungan)

No	Antara Muka	Huraian
4		Modul Kembara Jawi mengandungi empat tahap permainan dengan tema yang berbeza. Perkataan yang disediakan adalah berdasarkan tema tersebut.
5		Modul Kembara Jawi menyediakan permainan berunsurkan tatal sisi 2-dimensi (2D side-Scroll). Karakter permainan akan dianimasi. Terdapat butang maju, undur, lompat dan jeda disediakan untuk mengawal permainan.

```

//update is called once per frame
private void Update()
{

    dirX = CrossPlatformInputManager.GetAxis("Horizontal") * moveSpeed;
    if (CrossPlatformInputManager.GetButtonDown("Jump") && rb.velocity.y == 0)
        rb.AddForce(Vector2.up * 900f);

    if (Mathf.Abs(dirX) > 0 && rb.velocity.y == 0)
        anim.SetBool("isRunning", true);
    else
        anim.SetBool("isRunning", false);

    if (rb.velocity.y == 0)
    {
        anim.SetBool("isJumping", false);
        anim.SetBool("isFalling", false);
    }

    if (rb.velocity.y > 0)
        anim.SetBool("isJumping", true);

    if (rb.velocity.y < 0)
    {
        anim.SetBool("isJumping", false);
        anim.SetBool("isFalling", true);
    }

}

```

Rajah 5 Potongan skrip pergerakan karakter pemain

3.4 Pembangunan Fungsi Utama

Fasa ini memfokuskan pada integrasi skrip tunggal prototaip bagi setiap bingkai dengan menggunakan skrip C# untuk membolehkan ia berfungsi

Menggunakan asset yang dihasilkan, prototaip ini digabungkan dengan skrip C# di Unity. Rajah 6 merupakan kod yang digunakan untuk mengubah babak yang dipaparkan kepada pengguna kepada babak yang seterusnya. Skrip ini ditetapkan pada butang-butang yang berkenaan. Nombor index ID babak yang berbeza dimasukkan bagi setiap butang berdasarkan fungsi butang tersebut. Nombor index ID babak boleh didapatkan berdasarkan turutan babak yang dimasukkan kepada tetapan pembinaan (*build Settings*).

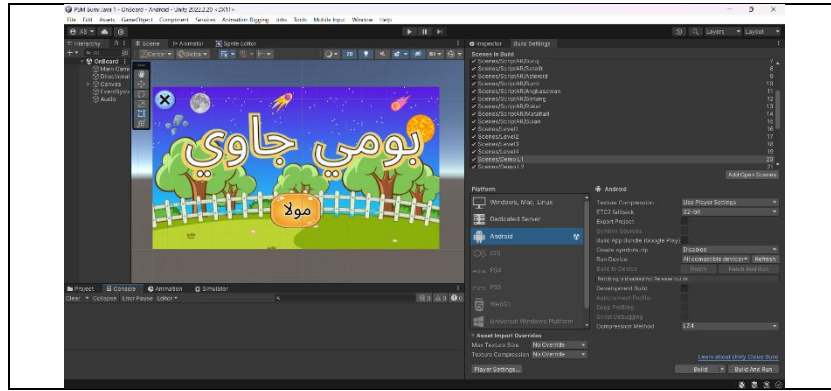
Langkah akhir dalam pembangunan aplikasi Bumi Jawi ialah dengan membangun Pakej aplikasi Android (APK) di dalam unity. Semua babak yang berkenaan telah pun dimasukkan ke dalam Babak dalam Pembinaan di Tetapan Pembinaan. Akhir sekali tekan butang Bina (*Build*) bagi menjana fail APK bagi aplikasi Bumi Jawi.

```

public void MoveToScene(int sceneID)
{
    SceneManager.LoadScene(sceneID);
}

```

Rajah 6 Skrip menukar babak



Rajah 7 Tetap Pembinaan di dalam Unity

3.5 Pengujian

Bagi fasa pengujian, setiap modul dan butang di uji bagi memastikan aplikasi ini berfungsi dengan baik. Ujian kefungsiian dan ujian penerimaan pengguna dijalankan di fasa ini. Jadual 7 menunjukkan hasil ujian kefungsiian yang dijalankan.

Jadual 7 Hasil Ujian Kefungsiian

Ujian	Hasil Jangkaan	Hasil Sebenar	Tindakan Pembetulan
Butang Mula	Bawa pengguna ke menu utama	Berfungsi seperti yang dijangka	Tidak memerlukan pembetulan
Butang Dunia AR	Bawa pengguna ke modul Dunia AR	Berfungsi seperti yang dijangka	Tidak memerlukan pembetulan
Butang Kembara Jawi	Bawa pengguna ke modul Kembara Jawi	Berfungsi seperti yang dijangka	Tidak memerlukan pembetulan
Butang kembali	Bawa pengguna ke antara muka sebelumnya	Berfungsi seperti yang dijangka	Tidak memerlukan pembetulan
Butang Angkasa Raya	Bawa pengguna ke modul Angkasa Raya	Berfungsi seperti yang dijangka	Tidak memerlukan pembetulan
Butang Haiwan Kebangsaan	Bawa pengguna ke modul Haiwan Kebangsaan	Berfungsi seperti yang dijangka	Tidak memerlukan pembetulan
Butang setiap tahap Kembara Jawi	Bawa pengguna ke modul Kembara Jawi	Berfungsi seperti yang dijangka	Tidak memerlukan pembetulan
Butang pergerakan pemain	Menggerakkan pengguna	Berfungsi seperti yang dijangka	Tidak memerlukan pembetulan
Butang keluar	Bawa pengguna keluar dari aplikasi	Berfungsi seperti yang dijangka	Tidak memerlukan pembetulan
Kemunculan 3D model dalam model AR	Objek 3D terimbu di skrin	Saiz objek 3D tidak sesuai	Membetulan saiz objek
Pergerakan pemain dalam Kembara Jawi	Pemain dapat bergerak dengan baik	Berfungsi seperti yang dijangka	Tidak memerlukan pembetulan
Butang setiap tahap Kembara Jawi	Bawa pengguna ke modul Kembara Jawi	Berfungsi seperti yang dijangka	Tidak memerlukan pembetulan

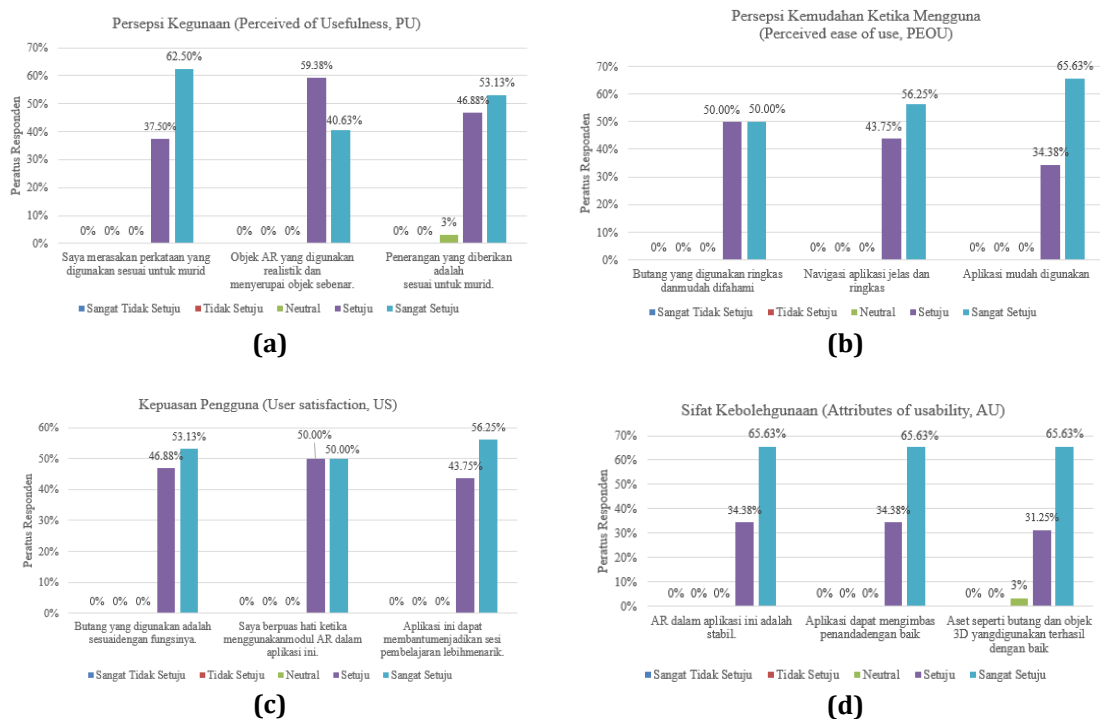
Seterusnya, ujian penerimaan pengguna telah dijalankan di dari SRITI Tahfiz Al-Azhar Sri Gading, Batu Pahat, Johor. Soal selidik yang dijalankan menggunakan *Technology Acceptance Model (TAM)*[15] dan *System Usability Scale (SUS)* [16]. TAM mengandungi empat konstruk iaitu persepsi kegunaan (Perceived usefulness, PU), persepsi kemudahan ketika menggunakan (perceived ease of use, PEOU), kepuasan pengguna (user satisfaction, US), dan ciri-ciri kegunaan (attribute of usability, AU). Manakala SUS melibatkan soalan soal selidik yang terdiri daripada 10 pernyataan berkaitan dengan kebolegunaan aplikasi.

4. Hasil Dapatan dan Perbincangan

Seksyen ini membincangkan mengenai data dan analisis dari ujian penerimaan pengguna. Soal selidik yang dijalankan menggunakan teknik *Technology Acceptance Model (TAM)*[15] dan *System Usability Scale (SUS)* [16]. 32 orang responden yang terdiri daripada pelajar dan guru terlibat dalam pengujian ini. Skala Likert yang digunakan adalah sebanyak lima titik skala bermula dari sangat tidak setuju hingga sangat setuju. Rajah 8(a) menunjukkan carta bar bagi kumpulan data untuk mengenalpasti pendapat pengguna mengenai aplikasi Bumi Jawi. Analisis statistik ini menjelaskan majoriti daripada responden (99%) menyetujui bahawa aplikasi ini membawa pengisian yang sesuai, baik dan jelas kepada responden apabila menggunakan aplikasi ini.

Seterusnya, analisis persepsi kemudahan ketika menggunakan aplikasi dipaparkan dalam Rajah 8(b) di mana semua responden (100%) meyakini bahawa aplikasi ini mudah difahami dan digunakan dan Rajah 8(c) iaitu dan aspek kepuasan pengguna. Ini kerana penggunaan butang yang biasa digunakan dalam aplikasi permainan yang lain. Tambahan pula penjelasan dan arahan penggunaan disertakan bagi setiap modul. Penggunaan modul AR berjalan dengan baik sepanjang pengujian dijalankan. Pengguna yang terdiri dari murid-murid sekolah rendah mendapati objek AR yang terimbu itu sangat menarik.

Bagi aspek terakhir bagi soal selidik ini merujuk pada Rajah 8(d), statistik mendapati lebih dari separuh daripada keseluruhan responden (65.63%) menyatakan mereka sangat setuju dan 33.34% setuju bahawa teknologi AR pada aplikasi ini berfungsi dengan baik termasuk pengimbas dan objek AR. Tambahan pula bilik yang digunakan mempunyai pencahayaan yang baik dan jelas, menjadikan proses pengimbasan penanda dapat dijalankan dengan baik



Rajah 8 (a) Analisis Persepsi Kegunaan; (b) Analisis Persepsi Kemudahan Ketika Mengguna; (c) Analisis Kepuasan Pengguna; (d) Analisis Sifat Kebolegunaan

Hasil dari pelaksanaan projek ini terdapat beberapa perkara yang telah selesai dijalankan. Tugas projek yang dilaksanakan ini berlandaskan plan yang dirancang pada awal perbincangan projek ini. Dalam aspek pembangunan aplikasi, satu dari dua modul aplikasi telah dibangunkan iaitu modul Peta Kembara. Dalam modul tersebut terdapat modul permainan iaitu permainan Kembara Jawi yang menggunakan konsep permainan tatal sisi 2D. Dalam modul Peta Kembara ini, permainan Kembara Jawi ke semua empat tahap telah dibangunkan dan

berfungsi dengan baik. Pembangunan ini adalah termasuk muka utama dan menu utama aplikasi. Butang dalam aplikasi tersebut dapat digunakan dengan baik.

Selain itu, ujian penerimaan pengguna turut dilaksanakan berdasarkan teknik SUS. SUS ini digunakan bagi mengira skor purata bagi penerimaan pengguna terhadap aplikasi Bumi Jawi. Jadual 8 menunjukkan analisis bagi SUS yang didapati dari ujian soal selidik yang dijalankan kepada responden.

Jadual 8 Kelebihan dan kekangan aplikasi Bumi Jawi

Responden	Skor Item										Skor Ganjil	Skor Genap	Jumlah Skor
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10			
R01	4	2	4	3	4	2	4	2	4	5	15	11	65
R02	4	2	4	3	4	1	4	3	4	5	15	11	65
R03	5	2	4	2	1	3	5	2	5	5	15	11	65
R04	4	2	4	3	5	2	4	2	5	5	17	11	70
R05	4	2	4	1	5	2	5	1	5	5	18	14	80
R06	5	1	5	2	4	2	4	2	4	5	17	13	75
R07	4	1	4	3	4	2	5	1	5	5	17	13	75
R08	5	2	4	2	4	3	5	2	5	5	18	11	72.5
R09	5	2	5	2	5	2	5	1	5	5	20	13	82.5
R10	4	2	5	1	5	2	5	2	5	5	19	13	80
R11	4	2	4	3	5	1	5	2	4	5	17	12	72.5
R12	5	2	5	3	5	1	5	1	5	5	20	13	82.5
R13	5	2	5	2	5	2	5	1	5	4	20	14	85
R14	5	1	5	1	5	1	5	1	5	4	20	17	92.5
R15	4	1	4	1	4	3	5	1	5	4	17	15	80.0
R16	4	1	5	1	5	2	5	1	5	4	19	16	87.5
R17	5	2	4	2	4	2	4	2	4	5	16	12	70.0
R18	5	1	5	1	4	3	4	2	5	5	18	13	77.5
R19	5	2	5	1	5	1	5	2	5	5	20	14	85.0
R20	5	2	5	2	5	2	5	2	4	5	19	12	77.5
R21	5	1	5	2	5	1	5	2	5	4	20	15	87.5
R22	5	1	5	2	5	2	5	2	5	4	20	14	85.0
R23	5	1	5	2	5	2	5	1	5	5	20	14	85.0
R24	5	1	5	2	5	1	5	2	5	5	20	14	85.0
R25	5	2	5	1	5	2	5	2	5	5	20	13	82.5
R26	5	1	5	1	5	1	5	1	5	5	20	16	90.0
R27	4	1	5	1	4	2	5	1	5	5	18	15	82.5
R28	5	1	4	1	5	1	5	1	5	5	19	16	87.5
R29	5	1	5	1	5	1	5	1	5	5	20	16	90.0
R30	5	1	5	2	5	2	5	1	5	5	20	14	85.0
R31	5	1	5	1	5	1	5	1	5	5	20	16	90.0
R32	5	1	5	1	5	1	5	2	5	4	20	16	90.0
												Skor Purata	80.6

Berikut merupakan formula yang digunakan bagi mengira skor purata yang didapati dari hasil ujian penerimaan pengguna:

Jumlah Skor = (skor ganjil + skor genap) x 2.5

$$\text{Skor Purata} = \frac{\text{Jumlah skor}}{\text{Jumlah responden}}$$

Di mana :

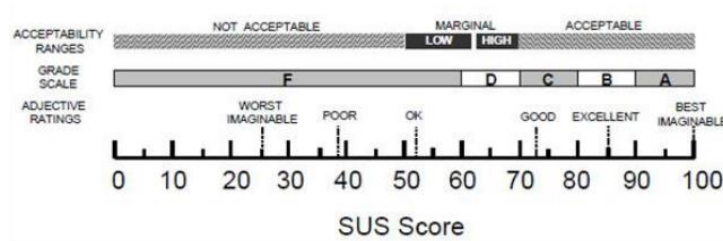
Item ganjil (S1, S3, S5, S7, S9) = pembahagian - 5

Item genap (S2, S4, S6, S8, S10) = 25 – pembahagian

Oleh itu,

$$\text{Skor purata} = \frac{(65+65+65+70+80+75+75+72.5+82.5+80+72.5+82.5+80+72.5+82.5+85+92.5+80+87.5+70+77.5+87.5+85+85+85+82.5+90+82.5+87.5+90+85+90+90)}{32}$$

$$= 80.6$$



Rajah 9 Skor SUS [16]

Hasil pengiraan skor purata yang diperolehi adalah sebanyak 80. Berdasarkan Jadual 7 dan skor SUS pada Rajah 9, dapat disimpulkan bahawa ujian penerimaan pengguna terhadap aplikasi ini adalah baik dan dapat diterima oleh para pengguna. Ini bermakna aplikasi Bumi Jawi ini di kategorikan berjaya dalam memenuhi keperluan pengguna sasaran.

5. Kesimpulan

Secara keseluruhan, aplikasi Bumi Jawi telah berjaya dibangunkan serta menunjukkan potensi yang baik dalam digunakan bagi membantu sesi praktikal ejaan Jawi dalam kalangan murid-murid. Secara tidak langsung, aplikasi ini juga dapat menarik minat murid dalam meminati mempelajari tulisan Jawi seiring dengan hasil ujian penerimaan pengguna yang menunjukkan keputusan yang positif. Hasil dari pembangunan aplikasi ini, tiga objektif projek ini telah dicapai dengan baik. Walau bagaimana pun, terdapat beberapa cadangan penambahbaikan seperti menambah fungsi yang pelbagai dalam bagi modul AR, menjadikan kamera pengimbas AR lebih stabil dan menambah tema perkataan yang merangkumi pelbagai tema yang berbeza.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongannya dan dorongan sepanjang proses menjalankan kajian ini.

Conflict of Interest

Authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of the paper.

Author Contribution

*The authors confirm contribution to the paper as follows: **study conception and design:** Nur Afrina Shuhada Norizam, Noorhaniza Wahid; **data collection:** Nur Afrina Shuhada Norizam, Noorhaniza Wahid; **analysis and interpretation of results:** Nur Afrina Shuhada Norizam, Noorhaniza Wahid; **draft manuscript preparation:** Nur Afrina Shuhada Norizam, Noorhaniza Wahid. All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.*

Rujukan

- [1] N. A. Abdul Rahman, N. Mohd Amin, and W. N. Razali, "Persepsi Pelajar Melayu UNITEN berkaitan

- Kemahiran Menggunakan Tulisan Jawi sebagai lambang Identiti Bangsa Melayu dan Tulisan Jawi sebagai lambang Identiti Bangsa Melayu Beragama Islam,” *Sains Insa.*, vol. 2, no. 1, pp. 42–47, 2017, doi: 10.33102/sainsinsani.vol2no1.49.
- [2] N. B. A. RAHMAN and M. I. S. A. B. I. N. HAMZAH, “KONSEP INTERVENSI DALAM PENGAJARAN DAN PEMBELAJARAN JAWI MURID PRA SEKOLAH,” 2021.
- [3] V. V. Osadchy, N. V. Valko, and L. V. Kuzmich, “Using augmented reality technologies for STEM education organization,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1840, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1840/1/012027.
- [4] A. R. Pratama and S. Sukirman, “Development of Augmented Reality Multiple Markers Application Used for Interactive Learning Media,” *Sinkron*, vol. 8, no. 3, pp. 1326–1334, 2023, doi: 10.33395/sinkron.v8i3.12482.
- [5] R. Ibrahim, R. Embong, F. K. A. Kadir, and H. A. Hashim, “Pemeriksaan Tulisan Jawi Dahulu dan Kini,” *BITARA Int. J. Civilizational Stud. Hum. Sci. (e-ISSN 2600-9080)*, vol. 2, no. 1, pp. 29–37, 2019, [Online]. Available: <https://bitarajournal.com/index.php/bitarajournal/article/view/44>
- [6] Y. Chen, Q. Wang, H. Chen, X. Song, H. Tang, and M. Tian, “An overview of augmented reality technology,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1237, no. 2, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1237/2/022082.
- [7] A. Hubert, F. Sanger, F. H. Rantung, C. B. Watumlawar, and J. D. Kasingku, “Gaya Belajar Visual, Auditori, Dan Kinestetik Terhadap Prestasi Akademik Siswa Di Smpn X Airmadidi,” *J. Multidisiplin Ilmu*, vol. 1, no. 3, pp. 2828–6863, 2022.
- [8] S. A. Kariimah, H. Susilo, U. S. Hastuti, B. Balqis, and W. O. Nurhawa, “The effect of problem-based learning using VARK approach on biology students’ creative thinking skills,” *BIO-INOVED J. Biol. Pendidik.*, vol. 4, no. 2, p. 187, 2022, doi: 10.20527/bino.v4i2.13138.
- [9] S. Saswati, D. Q. Ainin, Ronanarasafa, and D. Rahadianti, “Hubungan Motivasi Belajar Dan Gaya Belajar Vark Dengan Prestasi Akademik Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Islam Al-Azhar,” *Nusant. Hasana J.*, vol. 1, no. 7, pp. 33–37, 2021.
- [10] A. M. Syahputri and P. Sukoco, “Application of developmental games based on kinesthetic perception to improve proprioceptive sensitivity, intelligence and cooperation in primary school children,” *Heal. Sport Rehabil.*, vol. 6, no. 4, pp. 8–17, 2020, doi: 10.34142/HSR.2020.06.04.01.
- [11] “Belajar Mengeja Jawi, Suku Kata,” Syumul Studio. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.syumulstudio.belajarmengejajawi>
- [12] S. H. Tanalol, D. N. M. Nizam, Z. H. A. Sani, A. Baharum, A. Tahir, and I. A. Zolkify, “Jawi using multi-maker augmented reality,” *Bull. Electr. Eng. Informatics*, vol. 10, no. 5, pp. 2892–2898, 2021, doi: 10.11591/eei.v10i5.2464.
- [13] A. Shapii, Z. R. Mahayuddin, and S. Othman, “Jom Jawi: Improving Jawi Language Proficiency Among Primary School Students Using Interactive Media),” *J. Dunia Pendidik*, vol. 2, no. 3, pp. 212–230, 2020, [Online]. Available: <http://myjms.mohe.gov.my/index.php/jdspd>
- [14] W. S. N. S. Saifudin, S. Salam, and M. H. L. Abdullah, “Multimedia mobile content development framework and methodology for developing M-Learning applications,” *J. Tech. Educ. Train.*, vol. 4, no. 1, 2012.
- [15] H. M. Abu-Dalbouh, “A questionnaire approach based on the technology acceptance model for mobile tracking on patient progress applications,” *J. Comput. Sci.*, vol. 9, no. 6, pp. 763–770, 2013, doi: 10.3844/jcssp.2013.763.770.
- [16] A. W. Cowley, “IUPS--a retrospective.,” *Physiologist*, vol. 49, no. 3, pp. 171–173, 2006.

Lampiran A:



Rajah 9 Ujian penerimaan pengguna di sekolah SRITI Tahfiz Al-Azhar, Parit Raja, Johor

Lampiran B:

Jadual 9 *Keperluan berfungsi bagi aplikasi cadangan*

Keperluan	Modul	Huraian
Aktiviti sistem autonomi	Antara muka utama	Audio latar belakang akan dimainkan apabila pengguna membuka aplikasi
	Modul Dunia AR	Paparan arahan penggunaan akan terpapar apabila pengguna memasuki modul Dunia AR
	Modul Peta Kembara	Gambar rajah sebuah peta permainan akan terpapar apabila pengguna memasuki modul Peta Kembara
Interaksi pengguna yang disediakan	Permainan Kembara Jawi	Ketika memainkan permainan ini, aplikasi akan mengenalpasti samada pengguna memilih huruf yang betul atau tidak
	Antara muka utama	Pengguna boleh menekan butang mula untuk memulakan aplikasi
	Menu utama	Pengguna boleh memilih modul yang dikehendaki dengan menekan butang berlabel
	Modul Dunia AR	Pengguna boleh mengimbas penanda yang disediakan bagi mengaktifkan objek 3D terimbuh dan pengguna boleh menekan butang bantuan pada skrin untuk mendapatkan manual penggunaan
Interaksi pengguna yang disediakan	Modul Kembara Jawi	Pengguna boleh memilih suasana permainan yang diinginkan dengan memilih pulau yang terdapat pada antara muka
	Permainan Kembara Jawi	Pengguna boleh menekan butang panah bagi menggerakkan karakter ke hadapan, ke belakang atau ke atas dan pengguna boleh menghentikan seketika permainan dengan menekan butang jeda

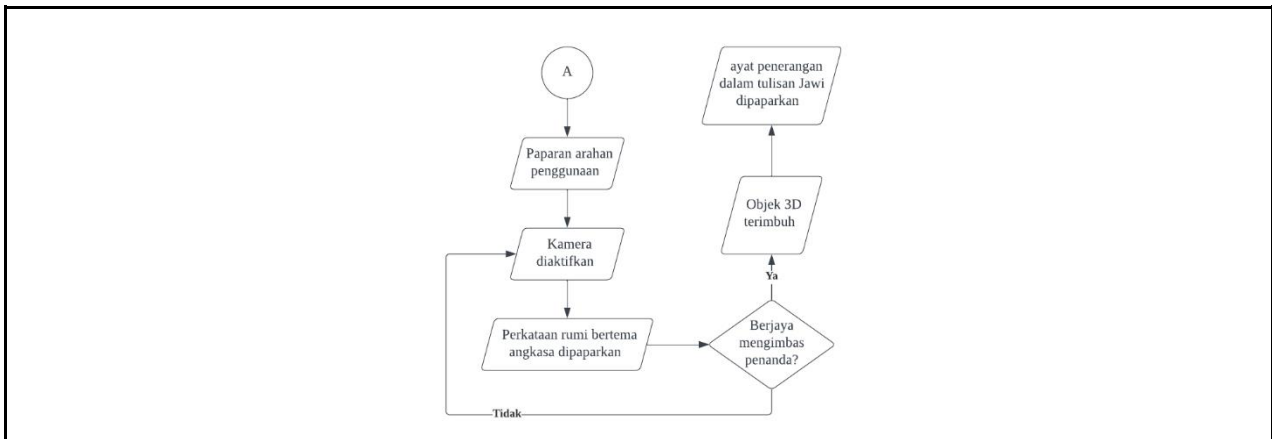
Jadual 10 *Keperluan tidak berfungsi bagi aplikasi cadangan*

Keperluan	Huraian
Prestasi	<ul style="list-style-type: none"> Aplikasi boleh memuatkan semua modul Masa tindak balas purata antara masa pengguna menekan butang dan masa reaksi aplikasi adalah tidak lebih dari 3 saat
Yang dibenarkan	<ul style="list-style-type: none"> Pengguna dibenarkan untuk mengakses aplikasi tanpa mengubah isi kandungan aplikasi
Kebolegunaan	<ul style="list-style-type: none"> Pengguna boleh mengakses aplikasi ini di mana berada dan tidak kira masa Penggunaan perkataan yang mudah dan mesra kanak-kanak untuk menyampaikan isi pembelajaran
Operasi	<ul style="list-style-type: none"> Tema angkasa dan haiwan merupakan tema yang menarik untuk kanak-kanak Aplikasi boleh beroperasi pada gajet Android yang menggunakan Android versi 5.0 dan ke atas

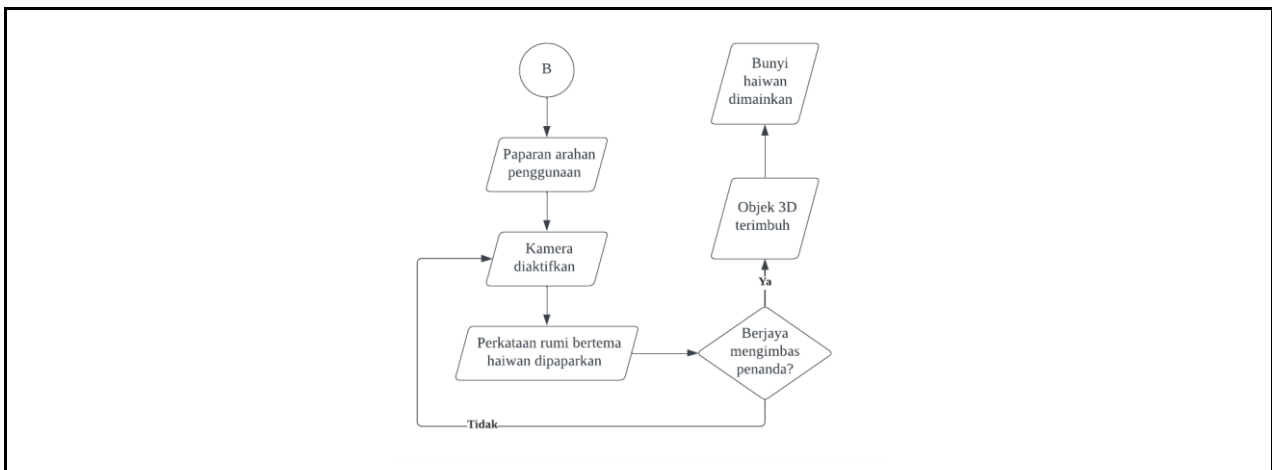
Jadual 11 *Keperluan perkakasan dan perisian*

Keperluan	Item	Huraian
Perkakas	Komputer Riba (Acer Nitro 5)	Bagi membenarkan pembangun menggunakan perisian bagi membangunkan aplikasi. Spesifikasi adalah seperti berikut: <ul style="list-style-type: none"> Sistem Operasi: Windows 11 Prosesor: Intel Core i5-9300H Grafik: NVIDIA® GeForce® RTX 3050

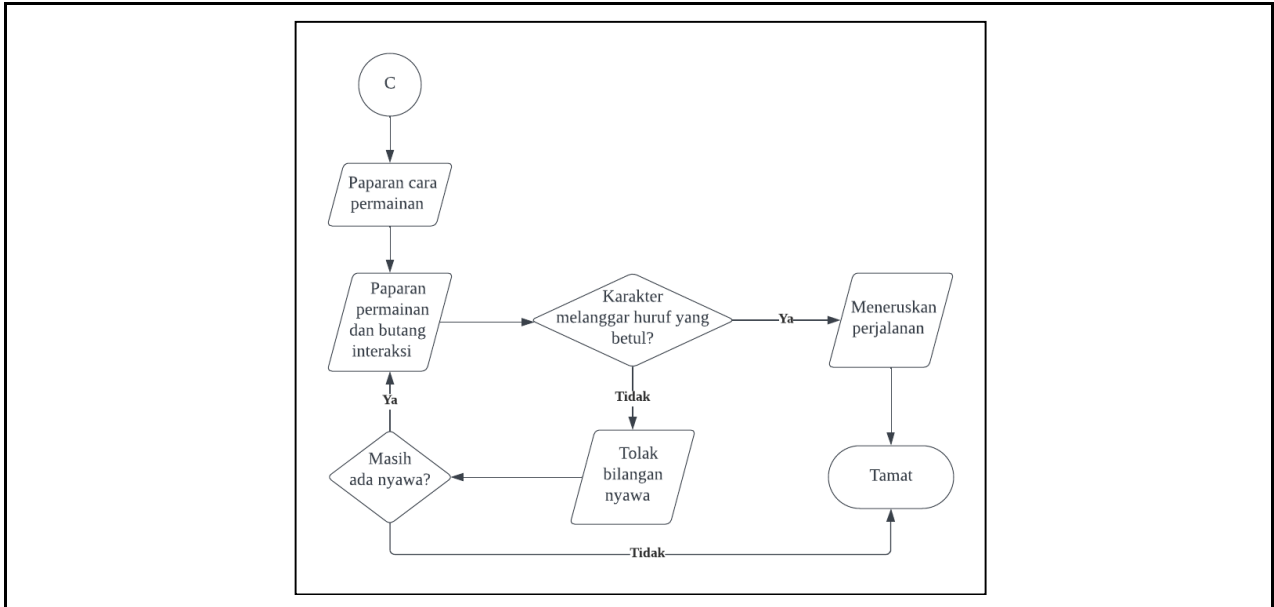
		<ul style="list-style-type: none"> RAM: 16GB DDR4 Penyimpanan Peranti: 512GB HDD
	Peranti mudah alih (Redmi 11 Note)	<p>Bagi membenarkan pembangun menguji aplikasi. Spesifikasi adalah seperti berikut</p> <ul style="list-style-type: none"> Sistem Operasi: Android 11 Prosesor: Qualcomm SM6225 Snapdragon 680 4G Resolusi: 1080 x 2400 pixels RAM: 6GB Penyimpanan Peranti: 64GB
	Peranti Lain	<p>Membenarkan pembangun berkomunikasi dengan komputer dengan baik.</p> <ul style="list-style-type: none"> Tetikus Papan kekunci
Perisian	Canva	Untuk mereka bentuk papan cerita
	Adobe Photoshop 2024	Untuk mereka bentuk komponen aplikasi, karakter animasi dan membina logo aplikasi
	Blender	Untuk mereka bentuk objek 3D
	Unity 3D	Untuk menggabungkan aset dan modul bagi aplikasi
	Visual Studio	Untuk menulis skrip C# bagi aplikasi



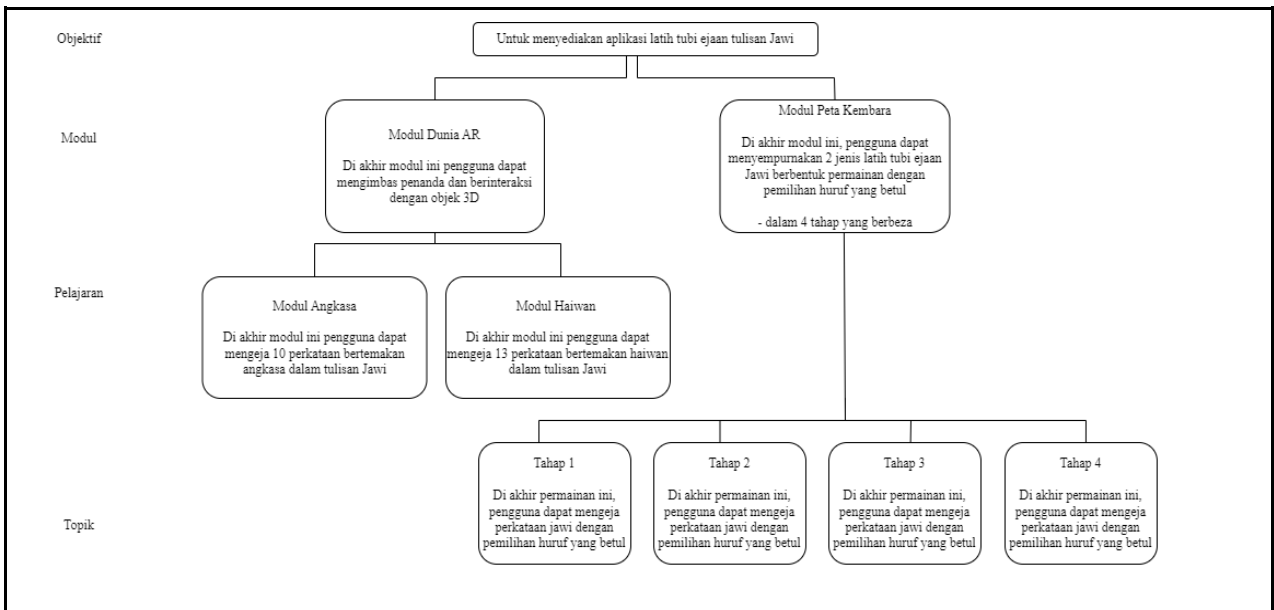
Rajah 10 Carta alir bagi modul AR Angkasa



Rajah 11 Carta alir bagi permainan AR Haiwan



Rajah 12 Carta alir permainan Kembara Jawi



Rajah 13 Struktur Kandungan