

PERMAINAN SIMULASI EKOSISTEM GUA

Lim Fang Fei¹ & Hafiz Mohd Sarim²

^{1,2}*Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi,,
Selangor Darul Ehsan, Malaysia*

Abstrak

Tujuan projek dibangunkan adalah untuk membolehkan para pemain mempelajari pengetahuan tentang ekosistem gua melalui permainan simulasi dari sudut pihak pertama pemain. Gua merupakan bukaan atau lubang semula jadi di bumi yang cukup besar untuk penerokaan manusia. Gua dirangkumi dengan misteri dan telah menarik perhatian pakar dari seluruh dunia untuk meneroka gua, dan yang paling menarik tentang gua ialah ekosistemnya. Walau bagaimanapun, ekosistem gua tidak didedahkan dengan baik kepada orang ramai walaupun gua mempunyai pelbagai jenis flora dan fauna. Simulasi ialah tindakan meniru situasi atau proses dalam kehidupan dengan menggunakan model, dan permainan membantu seseorang untuk terlibat dalam hiburan atau keseronokan. Dengan perspektif grafik yang ditetapkan kepada pihak pertama, pemain boleh melihat dan merasai dunia dari perspektif watak. Dengan bantuan permainan simulasi, pemain boleh meneroka ekosistem gua termasuk struktur dan organisma gua yang akan dibina dengan model 3D, audio dan grafik sambil mempunyai proses yang menarik, menyeronokkan dan mengasyikkan. Tambahan pula, projek ini akan membantu pemain mendapati keindahan gua tanpa terlibat dalam sebarang situasi yang berisiko seperti terjatuh dalam parit gua, kelelahan dan kesesakan. Sepanjang permainan ini dijalankan, pemain dikehendaki untuk menyelesaikan misi dan kuiz yang berkenaan dengan ekosistem gua untuk meningkatkan kecekapan dalam pembelajaran dan pemahaman. Metodologi *Incremental Development* akan digunakan bagi projek ini.

Pengenalan

Latar Belakang

Kajian ini bertujuan untuk membolehkan pemain mempelajari ekosistem gua melalui permainan simulasi dari sudut pihak pertama. Simulasi telah lama ditubuhkan sebagai kaedah yang berguna untuk menyasat situasi yang kompleks dan tidak berstruktur. Salah satu bidang yang berkaitan dengan simulasi ialah permainan, di mana ia dipanggil sebagai permainan simulasi (Van Houten & Jacobs 2004, Mustafee, Katsaliaki & Taylor 2021, Bikovska 2021). Permainan simulasi pertama yang bernama *Top Management Decision Simulation* telah dikeluarkan pada tahun 1956 untuk digunakan dalam seminar pengurusan (Faizan et al. 2019). Permainan Simulasi dapat mencipta semula situasi yang akan berlaku di dunia sebenar dan membolehkan para pemain mengalami pelbagai scenario dalam persekitaran yang tidak berisiko. Jadi, matlamat ia adalah untuk meningkatkan asas pengetahuan serta pengalaman pembelajaran untuk pemain.

Pihak pertama atau “first person” merupakan perspektif grafik yang diberikan daripada sudut pandangan watak pemain, atau sudut pandangan dari kokpit. Genre yang paling popular dalam permainan pihak pertama ialah permainan tembakan perspektif pandangan utama, atau dikenali sebagai “First Person Shooter Game”, di mana perspektif grafik merupakan komponen penting dalam permainan. Terdapat juga genre yang lain seperti permainan pengembaraan, permainan video main peranan, dan simulasi kenderaan. Perspektif ini membolehkan pemain untuk melihat dan memerhati persekitaran permainan dengan dekat dan jelas melalui mata watak. Hal ini dapat memberikan pengalaman yang mengasyikkan kepada pemain.

Gua dibentuk melalui proses semula jadi seperti tindakan air hujan, ombak, glasier atau lava. Kebanyakan organisma yang menetap di dalam gua merupakan invertebrata dan telah menyesuaikan diri kepada kegelapan. Gua berperanan sebagai repositori geologi dan arkeologi yang penting, memelihara maklumat yang akan hilang akibat hakisan permukaan dan degradasi

(British Cave Research Association, 1973). Kawasan batu kapur di Semenanjung Malaysia dianggarkan meliputi 26000 hektar dan kebanyakannya tertumpu di negeri-negeri utara, dan 50000 hektar di Sabah dan Sarawak. Ini terdiri daripada pulau-pulau batu kapur di kepulauan Langakawi, dan singkapan batu kapur utama di Kelantan, Perlis, Kedah, Perak dan utara Pahang, tanah pamah timur Sabah dan di barat daya dan timur laut Sarawak (Malaysian Cave and Karst Conservancy, 2015). Pendedahan yang terhad dan kemerosotan habitat batu kapur adalah tidak disedari oleh orang ramai. Banyak tumbuhan yang terancam dijumpai di bukit batu kapur seperti begonia, orkid, gesneraid, balsam dan halia liar.

Gua juga mempunyai ekosistem yang unik dalam struktur fizikal dan fungsi biologinya. Persekitaran gua yang dialami oleh manusia sebenarnya hanya satu habitat dalam ekosistem yang lebih luas (Simon 2019). Oleh kerana keadaan fizikal dan biotiknya yang unik, ekosistem gua bergantung sepenuhnya kepada input tenaga dari luar gua.

Objektif Kajian

Objektif kajian ini merangkumi:

- i. Mengenal pasti kategori maklumat ekosistem gua yang perlu disampaikan kepada pemain.
- ii. Membangunkan permainan simulasi mengenai ekosistem gua yang mengandungi model 3D, suara, grafik, misi dan kuiz melalui sudut pihak pertama.
- iii. Menilai keberkesanan sistem dalam mendedahkan ekosistem gua kepada orang awam.

Skop

Permainan simulasi ini akan dimainkan dalam platform komputer meja dan sesuai untuk pemain yang berusia 7 hingga 15 tahun. Ekosistem gua akan fokus kepada struktur gua, flora dan fauna. Jenis dan peringkat gua yang akan disediakan ialah gua batu kapur. Pemain akan diminta untuk menjalankan misi untuk mencari dan mengumpul organisma. Pada akhir setiap peringkat, pemain dikehendaki menjawab kuiz dalam bentuk soalan aneka pilihan (*Multiple Choice Question*) tanpa had masa. Skor akan dikira dan diberi gred.

Justifikasi dan Kepentingan

Kebanyakan orang berpendapatan bahawa gua hanya mempunyai dinding laluan yang gelap dan sempit. Hal ini menyebabkan kebanyakan orang tidak tertarik kepada ekosistem gua disebabkan kekurangan pengetahuan kepada ekosistem gua. Sebenarnya, terdapat banyak jenis gua yang boleh dineroka seperti gua batu kapur, gua pantai, gua glasier, gua eolian dan tiub lava. Setiap jenis gua mempunyai struktur gua dan ekosistem yang tersendiri, maksudnya, terdapat banyak spesies dan galian yang dapat dijumpai dan dineroka dari gua. Gua juga amat penting dalam sektor pelancongan kerana ia membangun pesat di negara berkembang, di mana beratus-ratus gua dibangunkan setiap tahun untuk tujuan pelancongan. Pelancongan gua telah berjaya menarik sebanyak 250 juta pelancong setiap tahun dengan anggaran perbelanjaan sebanyak USD 2 bilion (Rindam 2014, Čech et al. 2021, Okonkwo, Afoma & Martha 2017).

Walau bagaimanapun, penerokaan gua selalunya mempunyai risiko yang tinggi. Banyak kejadian boleh berlaku dalam gua dan yang paling biasa dilaporkan di Hawaii ialah kejatuhan (41.7%), Kelemasan (30.6%) dan kehilangan (8.3%) (Cowart, Halleck & Park 2014). Kejadian Gua Tham Luang, di mana 12 remaja dan seorang jurulatih memasuki dan tersesat di Gua Tham Luang telah jelas menunjukkan bahaya gua. Di Malaysia, berlaku juga kejadian seramai 30

orang kru filem telah terperangkap dalam Gua Tempurung selepas laluan keluar gua itu dinaiki air berikutan hujan lebat dan telah berjaya menyelamatkan diri selepas dua jam (Nur Hidayah Tanzizi 2022).

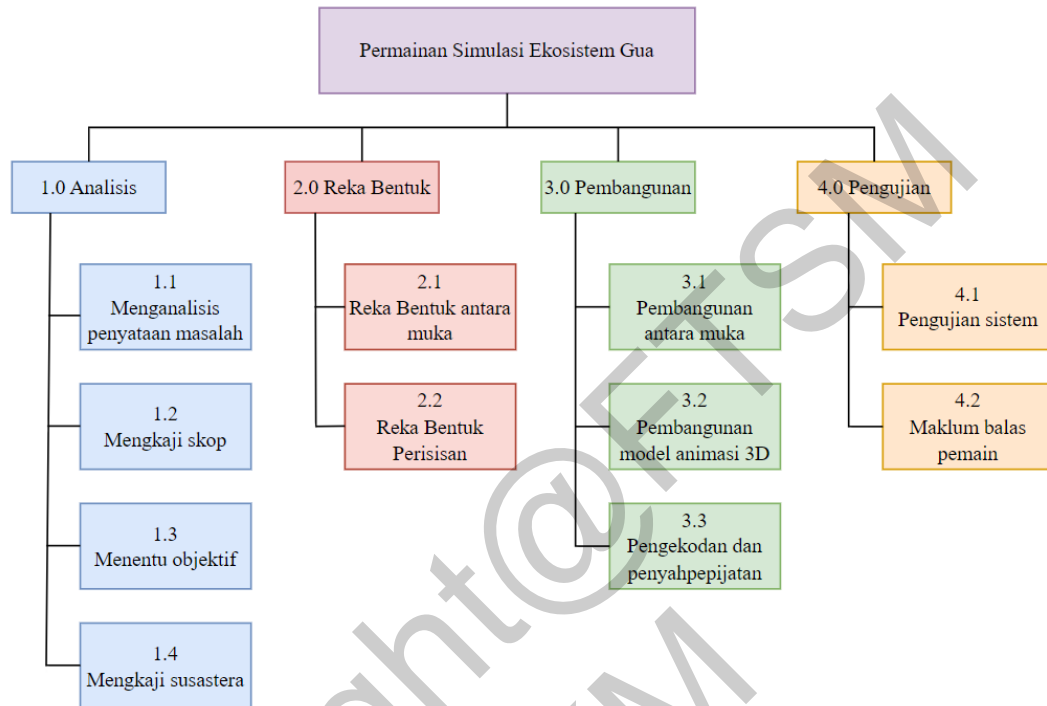
Pernyataan di atas telah jelas menunjukkan bahawa aktiviti penerokaan gua tidak digalakkan tanpa panduan, serta persediaan dan peralatan yang betul. Di Malaysia, panduan keselamatan penerokaan gua masih tidak meluas dalam kalangan masyarakat. Menurut pengerusi *Malaysia Speleological Association* Zainul Fikri Mohd Idris, kesedaran tentang amalan penerokaan gua adalah rendah dalam kalangan orang Malaysia dan syarikat yang menyediakan aktiviti penerokaan dan pelancongan gua. Persediaan untuk ekspedisi dan aspek keselamatan yang kurang boleh membahayakan nyawa orang kerana kemalangan boleh berlaku pada bila-bila masa (Bernama 2018).

Kebanyakan maklumat dan bahan pembelajaran mengenai gua di pasaran adalah dalam bentuk teks. Hal ini akan menyebabkan perasaan bosan semasa penyampaian maklumat dan pengetahuan ekosistem gua dijalankan. Seseorang boleh menyertai ekspedisi atau melancong ke gua tetapi bukan semua orang mempunyai masa luang dan keupayaan ekonomi yang baik. Ini telah menyebabkan kebanyakan orang tidak mempunyai peluang untuk meneroka gua dan mempelajari keistimewaan ekonomi gua dalam keadaan yang selamat dan seronok.

Rumusan yang dapat dibuat ialah ekosistem gua merupakan satu ekosistem yang kaya dengan flora dan fauna yang jarang dialami oleh orang awam. Oleh kerana lokasi gua yang jauh, keadaan gua yang berbahaya serta panduan yang kurang bagus, penjejahan di kawasan gua jarang dilakukan. Ini merupakan satu masalah kepada industri pelancongan yang ingin membawa dan menunjukkan keunikan ekosistem gua kepada pelancong sebagai faktor pelaris.

Organisasi Laporan

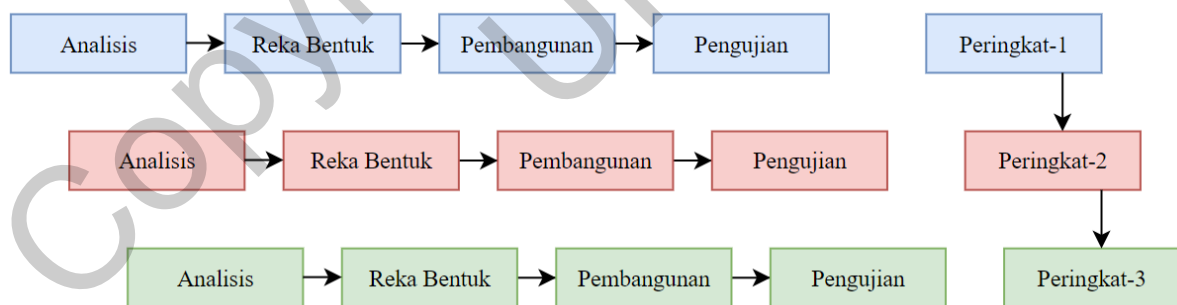
Rajah 1.1 merupakan struktur pembahagian kerja bagi Permainan Simulasi Ekosistem Gua.



Rajah 1.1 Struktur Pembahagian Kerja

Metodologi Kajian

Metodologi yang digunakan sebagai panduan dalam pembangunan projek ini adalah model Pembangunan Bertahap (*Incremental Development*). Model ini dipilih kerana proses pembangunan kursus akan dipecahkan kepada bahagian atau komponen kecil untuk diurus yang dikenali sebagai *increments*, atau peringkat. Setiap jujukan linear akan menghasilkan peringkat yang boleh ditambah ke dalam sistem (Adel & Abdullah 2015, Aini 2020, Almomani & Alromi 2020). Sementara proses pembangunan dijalankan, progres pembangunan akan didedahkan kepada pengguna dan mereka akan memberikan cadangan untuk semakan dan ulasan (Amlani 2012, Sekgweleo & Iyamu 2022, Sekgweleo 2019). Dengan melaksanakan metodologi ini, peringkat yang berbeza dapat ditinjau semula dan dapat menyelesaikan bahagian yang berbeza pada masa yang berbeza. Rajah 1.1 menunjukkan struktur model *Incremental Development* dan terdapat empat fasa yang akan dijalankan, iaitu fasa analisis, fasa reka bentuk, fasa pembangunan, dan fasa pengujian.



Rajah 1 Struktur model *Incremental Development*

Fasa Analisis

Dalam fasa analisis, keperluan dan situasi kajian akan dianalisis dari segi kemahiran dan pengetahuan. Masalah dan objektif kajian akan dijelaskan dan ditubuhkan serta kemahiran yang

sedia ada akan dikenal pasti. Penyelidikan mengenai projek yang akan dibangunkan juga akan dijalankan untuk membangunkan aplikasi yang lebih baik berbanding dengan sistem yang sedia ada pada pasaran.

Fasa Reka Bentuk

Fasa ini akan menentukan semua matlamat dan alat yang digunakan untuk ubah semua keperluan kepada spesifikasi terperinci yang merangkumi semua aspek sistem. Papan cerita akan digunakan dan menghasilkan aliran permainan simulasi ini untuk memudahkan fasa pembangunan. Fasa reka bentuk juga merupakan fasa yang mereka platform yang menghubungkan aplikasi dengan pengguna.

Fasa Pembangunan

Pembangunan aset dan sistem yang telah dirancang pada fasa sebelumnya akan dibuat dalam fasa pembangunan. Ini telah termasuk pembangunan antara muka, model animasi 3D, pengekodan dan *debugging*. Untuk membangunkan permainan simulasi ini, perisian seperti *Unity*, *Adobe Photoshop CC*, *Blender* dan *Autodesk 3ds Max* akan digunakan.

Fasa Pengujian

Dalam fasa pengujian, permainan simulasi akan diuji secara keseluruhan dan menyediakan peluang untuk mendapat maklum balas daripada pengguna. Tujuan fasa ini adalah untuk memastikan permainan simulasi yang dibangunkan dengan sesuai dan memenuhi keperluan pengguna.

Peringkat Pembangunan

Peringkat pembangunan boleh dibahagikan kepada tiga. Peringkat satu boleh memberikan tumpuan kepada pembangunan halaman utama, kedua ialah pembangunan sesi permainan dan ketiga ialah fungsi seperti sesi kuiz dan buku ensiklopedia.

Pengukuran dan Alat Ukur

Teknik Pengujian Kotak Hitam atau Black-Box Testing dan Google Form telah digunakan untuk membuat pengujian permain.

Keputusan dan Perbincangan

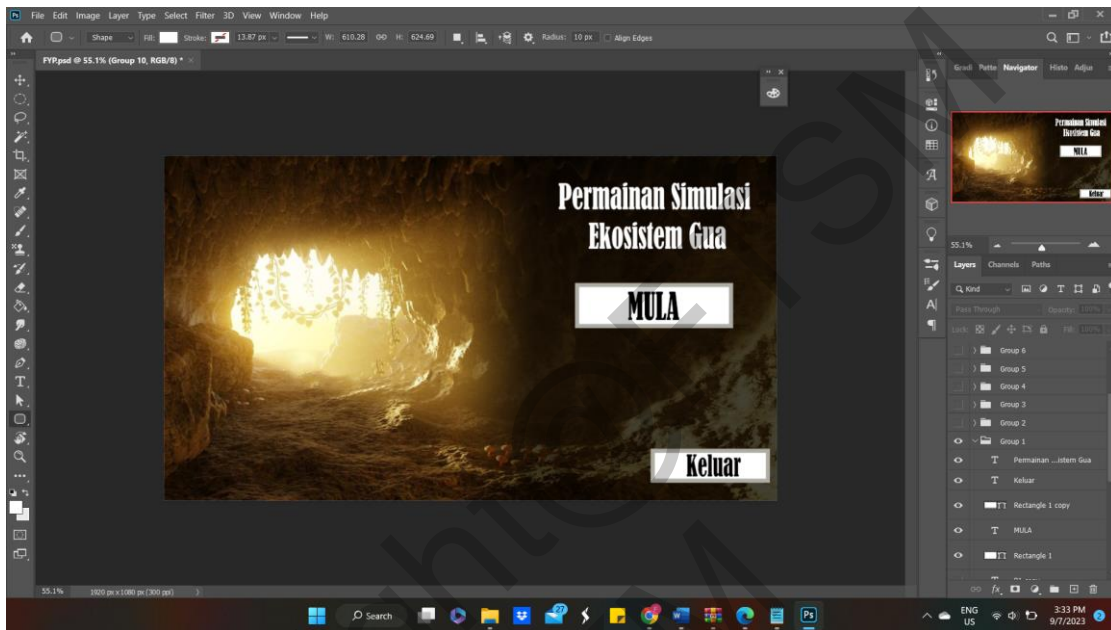
Keputusan

Sepanjang proses pembangunan Permainan Simulasi Ekosistem Gua, beberapa perisian digunakan bagi menghasilkan permainan ini daripada fasa reka bentuk sehingga fasa pembangunan. Semasa fasa reka bentuk aplikasi dijalankan, perisian *Adobe Photoshop CC 2020* digunakan untuk menghasilkan antara muka aplikasi seperti butang, gambar ikon, gambar pencapaian dan seumpamanya. Seterusnya, perisian yang digunakan untuk membangunkan keperluan aplikasi ini ialah *Unity* dan bahasa pengaturcaraan yang digunakan ialah *C#* manakala penghasilan animasi pada model 3D telah menggunakan *Autodesk 3DS Max* dan *Blender*.

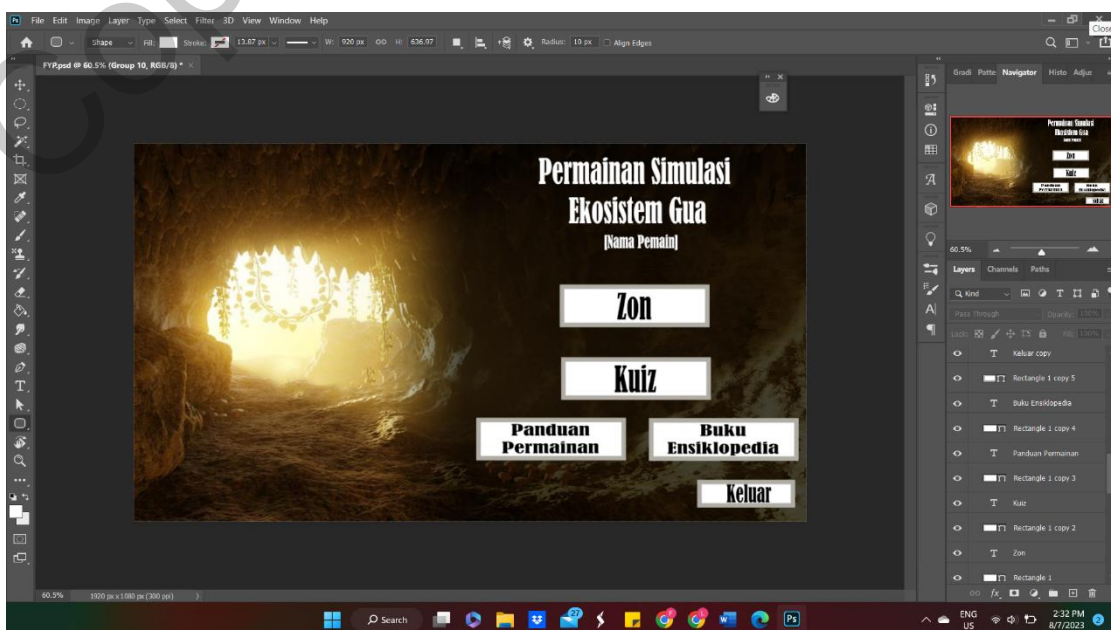
Pembangunan Reka Bentuk Mula Aktiviti dan Antara Muka Halaman Utama

Proses draf reka bentuk antara muka mula aktiviti dan halaman utama permainan ini dijalankan dengan menggunakan perisian *Adobe Photoshop CC 2020*. Rajah 1.2 dan 1.3 menunjukkan antara muka pengguna yang direka bentuk dalam perisian *Adobe Photoshop CC 2020*. Rajah 1.4

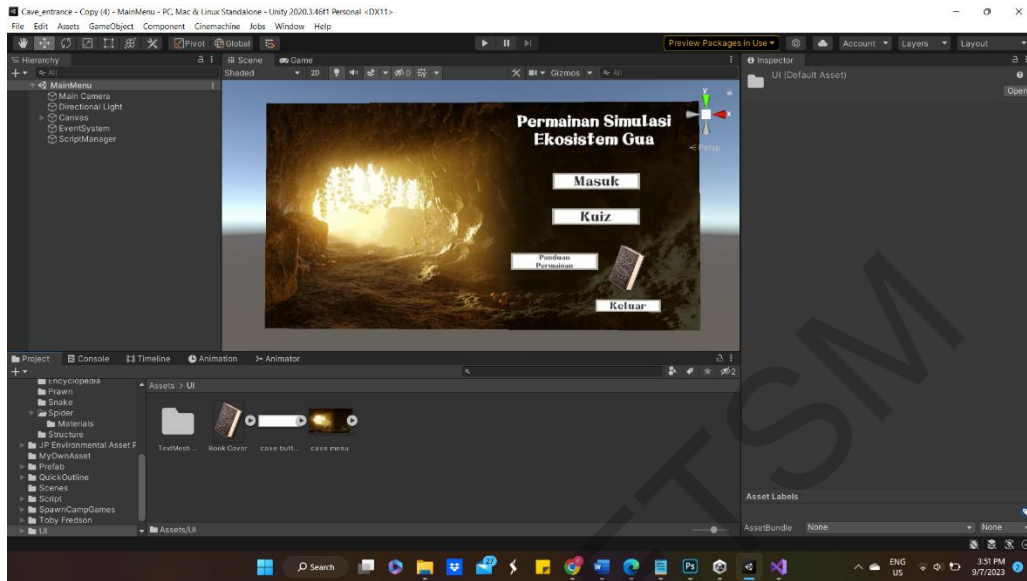
menunjukkan *Unity* telah digunakan untuk membangunkan perisian dan halaman yang telah direka. Rajah 1.5 memaparkan pengaturcaraan yang digunakan untuk menavigasi butang dalam paparan masing-masing dengan menggunakan fungsi *SceneManager.LoadScene(sceneName)* yang bernama skrip *Menu.cs*.



Rajah 1.2 Pembangunan Reka Bentuk Mula Aktiviti (Draf)



Rajah 1.3 Pembangunan Reka Bentuk Antara Muka Halaman Utama (Draf)



Rajah 1.4 Pembangunan Reka Bentuk Antara Muka Halaman Utama di Unity

```

using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

Unity Script (5 asset references); 0 references
public class Menu : MonoBehaviour
{
    0 references
    public void PlayGame()
    {
        SceneManager.LoadScene(SceneManager.GetActiveScene().buildIndex + 1);
    }

    0 references
    public void LoadMenu()
    {
        SceneManager.LoadScene("MainMenu");
    }

    0 references
    public void BookOption()
    {
        SceneManager.LoadScene("Encyclopedia");
    }

    0 references
    public void AnimalCollection()
    {
        SceneManager.LoadScene("AnimalCollection");
    }

    0 references
    public void GameManual()
    {
        SceneManager.LoadScene("GameManual");
    }

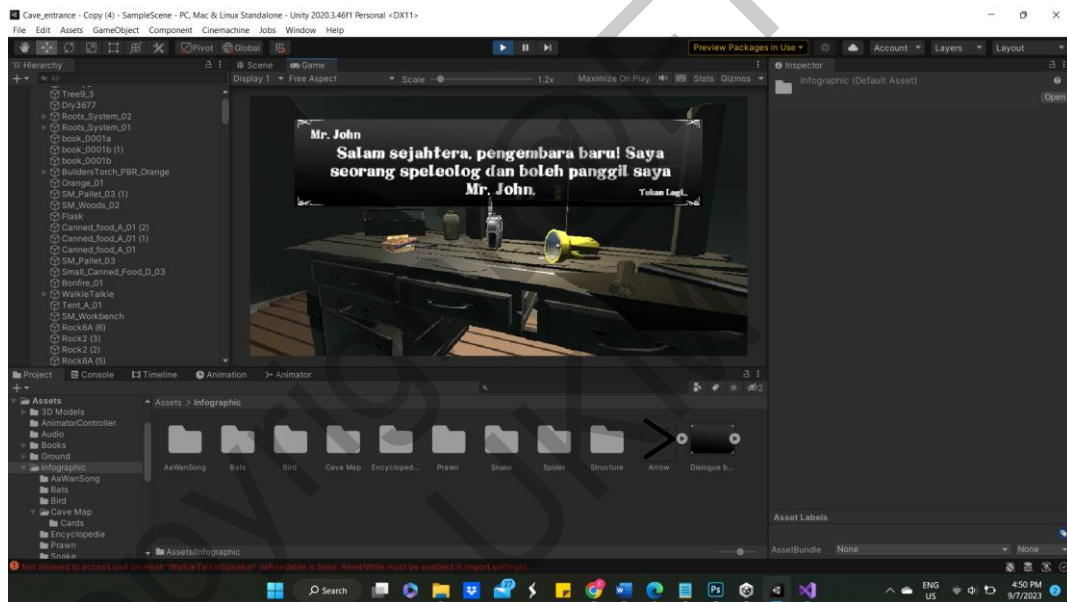
    0 references
    public void Quiz()
    {
        SceneManager.LoadScene("Quiz");
    }
}

```

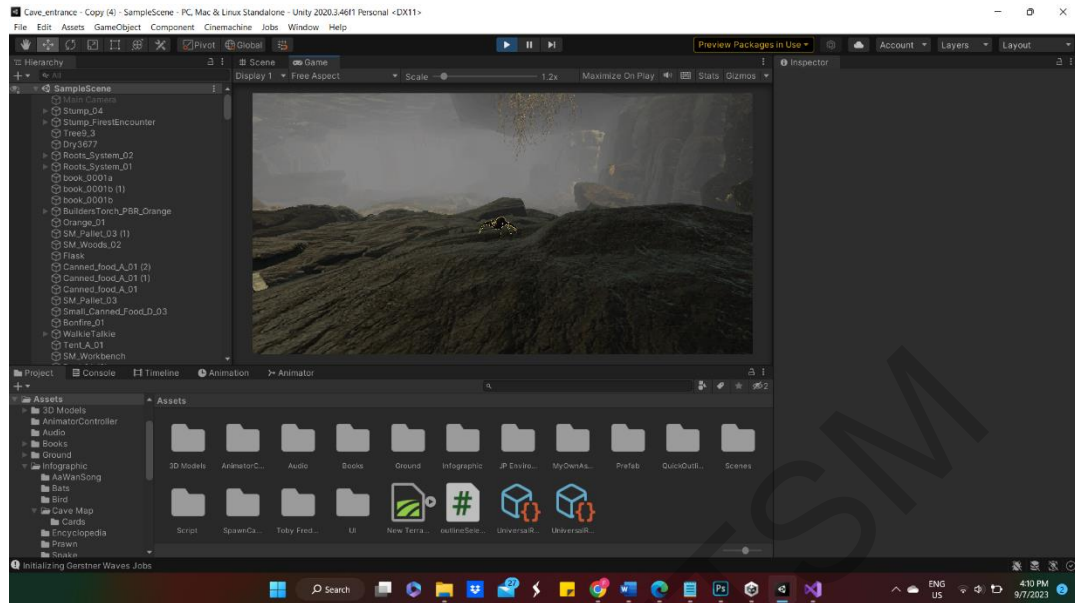
Rajah 1.5 Skrip *Menu.cs*

Pembangunan Reka Bentuk Sesi Permainan

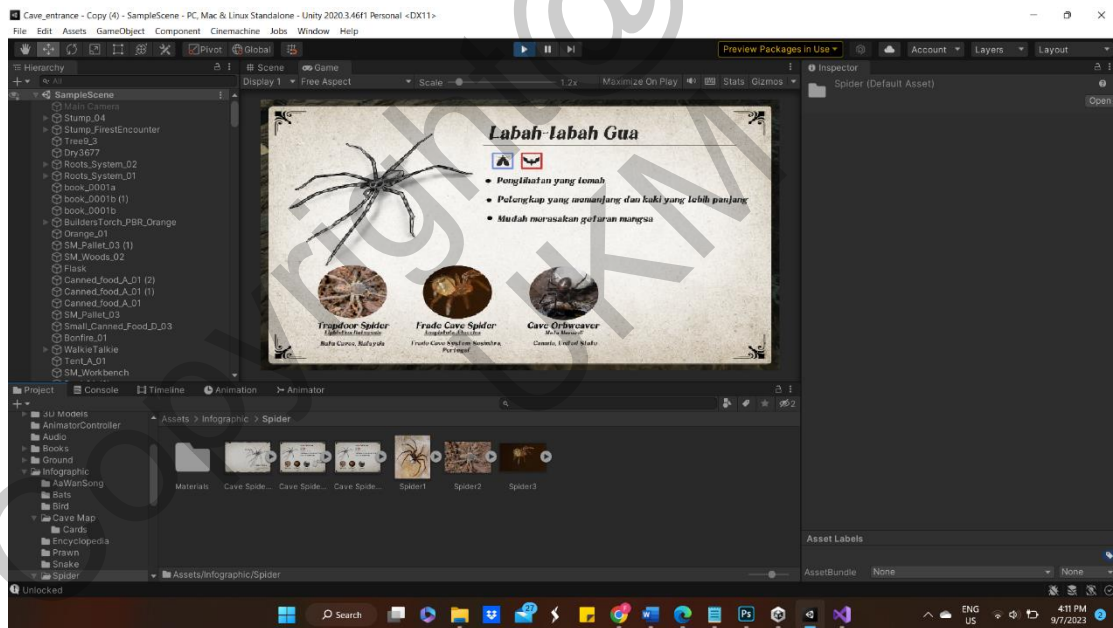
Segala persekitaran gua telah dibina dalam Unity. Rajah 1.6 menunjukkan fungsi dialog yang boleh dicitus oleh pemain dan Rajah 1.7 menunjukkan suasana gua yang membolehkan pemain meneroka. Rajah 1.8 menunjukkan kad infografik yang akan ditunjukkan apabila pemain mengklik kepada objek yang boleh berinteraksi dalam gua. Rajah 1.9 menunjukkan Peta Gua yang boleh dikeluarkan apabila pemain menekan papan kekunci “Q”.



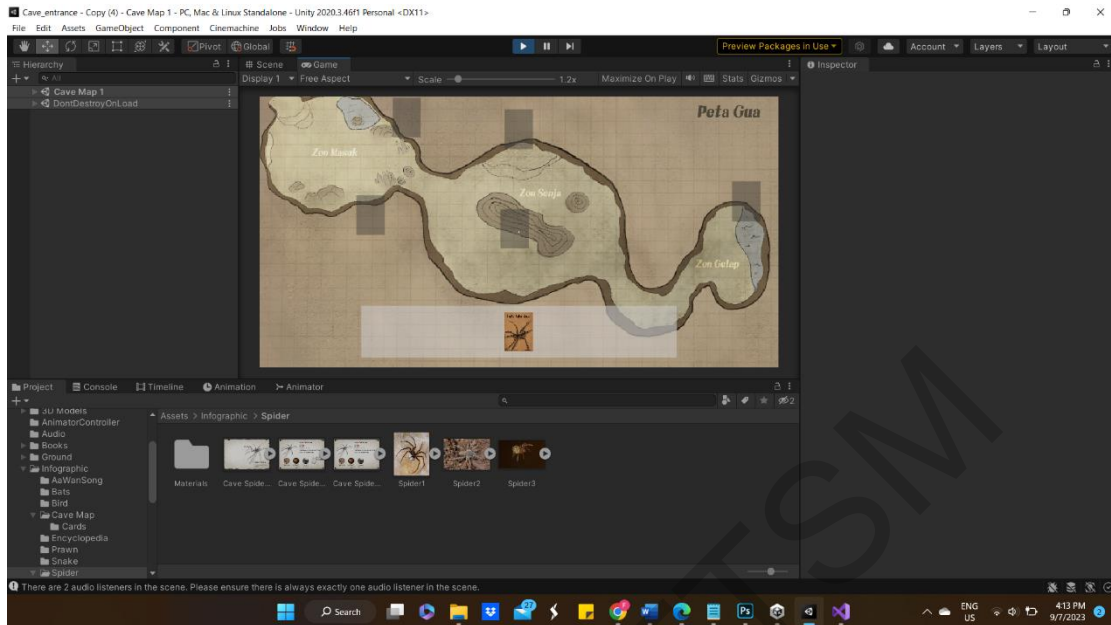
Rajah 1.6 Dialog yang boleh dicitus oleh pemain



Rajah 1.7 Suasana gua yang dibina dalam Unity



Rajah 1.8 Kad infografik yang dikeluarkan apabila pemain mengeklik objek interaktif.



Rajah 1.9 Peta Gua yang dikeluarkan apabila pemain menekan papan kekunci “Q”.

Rajah 1.10 menunjukkan pengaturcaraan bagi fungsi dialog, iaitu skrip *DialogueSystem.cs*. Rajah 1.11 menunjukkan skrip *InteractiveSpider.cs* bagi fungsi elemen interaksi bagi objek 3D. Rajah 1.12 menunjukkan skrip *ItemSlot.cs* yang membolehkan pemain mengemaskini lokasi flora dan fauna yang baharu dalam gua.

```
© Unity Script (1 asset reference) | 2 references
public class DialougeSystem : MonoBehaviour
{
    public TextMeshProUGUI nameText;
    public TextMeshProUGUI dialogueText;

    public Animator animator;

    private Queue<string> sentences;
    // Start is called before the first frame update
    © Unity Message | 0 references
    void Start()
    {
        sentences = new Queue<string>();
    }

    1 reference
    public void StartDialogue(Dialogue dialogue)
    {
        //Debug.Log("Starting Dialogue with "+dialogue.name);
        animator.SetBool("isOpen", true);
        nameText.text = dialogue.name;
        sentences.Clear();

        foreach(string sentence in dialogue.sentences)
        {
            sentences.Enqueue(sentence);
        }
        DisplayNextSentence();
    }
}
```

Rajah 1.10 Skrip *DialougeSystem.cs*

```

public class InteractiveSpider : MonoBehaviour
{
    public string objectName;
    public string objectDescription;
    public string objectType;
    public GameObject spiderCardPrefab;
    public ObjectInfoPanel infoPanel;
    private PlayerPosition playerPosition;
    private GameObject player;
    float interactionRange = 40f;

    // Unity Message | 0 references
    private void Start()
    {
        playerPosition = GetComponent<PlayerPosition>();
        player = GameObject.FindGameObjectWithTag("Player");
    }

    // Unity Message | 0 references
    private void Update()
    {
        if (Input.GetMouseButtonDown(0))
        {
            Ray ray = Camera.main.ScreenPointToRay(Input.mousePosition);
            RaycastHit hit;
            if (Physics.Raycast(ray, out hit))
            {
                if (hit.collider.gameObject == gameObject)
                {
                    float distanceToPlayer = Vector3.Distance(player.transform.position, transform.position);
                    if (distanceToPlayer <= interactionRange)
                    {
                        if (infoPanel != null)
                        {
                            //bool isActive = infoPanel.isActiveSelf;
                            infoPanel.SetObjectInfo(objectName, objectDescription);
                            infoPanel.gameObject.SetActive(true);
                            Debug.Log("Spiderrrrr");
                            //quizPanel.DisplayRandomQuestion(questions, answers);
                            UnlockedCard();
                            Debug.Log("Unlocked");
                        }
                        else
                        {
                            Debug.LogWarning("InfoPanel not assigned in Inspector!");
                            Debug.LogWarning("QuizPanel not assigned in Inspector!");
                        }
                    }
                    else
                    {
                        Debug.Log("Out of range for interaction.");
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

Rajah 1.11 Skrip *InteractiveSpider.cs*


```

public class ItemSlot : MonoBehaviour, IDropHandler
{
    public Vector2 gridSize;
    public GameObject correctCardObject;
    private bool isCorrectCardPlaced = false;
    private ObjectMover objectMover;
    public GameObject deactivateObject;
    public GameObject activateObject;

    @ references
    public void OnDrop(PointerEventData eventData)
    {
        Debug.Log("OnDrop");
        Debug.Log("cardObject: " + eventData.pointerDrag.GetComponent<CardUI>().cardObject);
        Debug.Log("correctCardObject: " + correctCardObject);

        if (eventData.pointerDrag != null)
        {
            RectTransform rectTransform = eventData.pointerDrag.GetComponent<RectTransform>();
            Vector2 cellPosition = new Vector2(Mathf.RoundToInt(rectTransform.anchoredPosition.x / gridSize.x) * gridSize.x,
                Mathf.RoundToInt(rectTransform.anchoredPosition.y / gridSize.y) * gridSize.y);
            rectTransform.anchoredPosition = cellPosition;
            PlayerPrefs.Save();

            if (correctCardObject != null && eventData.pointerDrag.GetComponent<CardUI>().cardObject == correctCardObject)
            {
                eventData.pointerDrag.GetComponent<CardUI>().LockCard();
                isCorrectCardPlaced = true;
                Debug.Log("Congratulation!");

                //GameObject entranceObject = GameObject.Find("Spider");
                if (deactivateObject != null)
                {
                    deactivateObject.SetActive(false); // Deactivate the object
                    Debug.Log("Object is deactivated!");
                    PlayerPrefs.Save();
                }

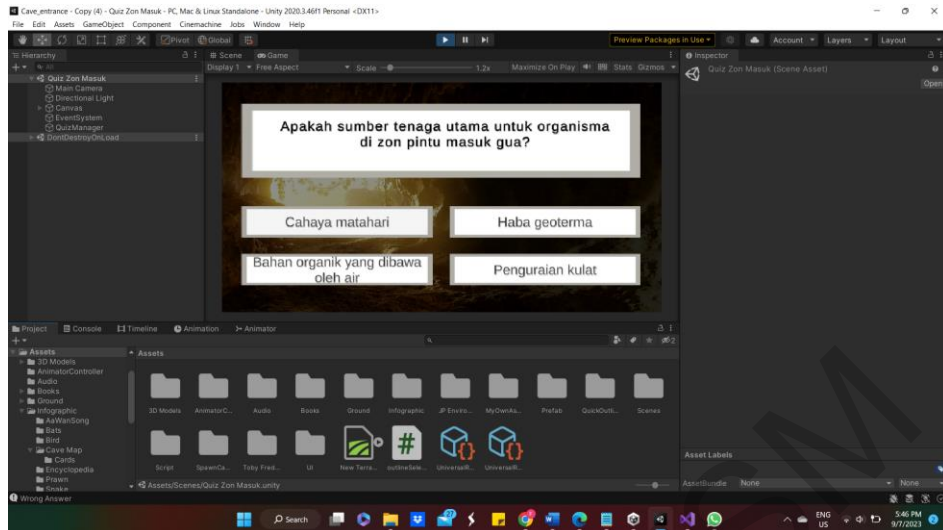
                if (activateObject != null)
                {
                    activateObject.SetActive(true); // activate the object
                    Debug.Log("Object is activated!");
                    PlayerPrefs.Save();
                }
                else
                {
                    Debug.LogWarning("Spider not found!");
                }
            }
        }
    }
}

```

Rajah 1.12 Skrip *ItemSlot.cs*

Pembangunan Antara Muka Sesi Kuiz

Rajah 1.13 menunjukkan antara muka sesi kuiz yang dibina dalam *Unity*. Rajah 1.14 menunjukkan pengaturcaraan skrip *QuizSystem.cs* bagi fungsi sesi kuiz.

Rajah 1.13 Pembangunan Antara Muka Sesi Kuiz di *Unity*

```

public class QuizSystem : MonoBehaviour
{
    public List<QuestionandAnswer> QnA;
    public GameObject[] options;
    public int currentQuestion;

    public TextMeshProUGUI QuestionTxt;
    // Start is called before the first frame update
    if Unity Message | 0 references
    private void Start()
    {
        generateQuestion();
    }

    2 references
    public void correct()
    {
        QnA.RemoveAt(currentQuestion);
        generateQuestion();
    }

    1 reference
    void SetAnswers()
    {
        for (int i = 0; i < options.Length; i++)
        {
            options[i].GetComponent<Answer>().isCorrect = false;
            options[i].transform.GetChild(0).GetComponent<TextMeshProUGUI>().text = QnA[currentQuestion].Answers[i];

            if(QnA[currentQuestion].CorrectAnswer == i + 1)
            {
                options[i].GetComponent<Answer>().isCorrect = true;
            }
        }
    }

    // Update is called once per frame
    2 references
    void generateQuestion()
    {
        currentQuestion = Random.Range(0, QnA.Count);

        QuestionTxt.text = QnA[currentQuestion].Question;

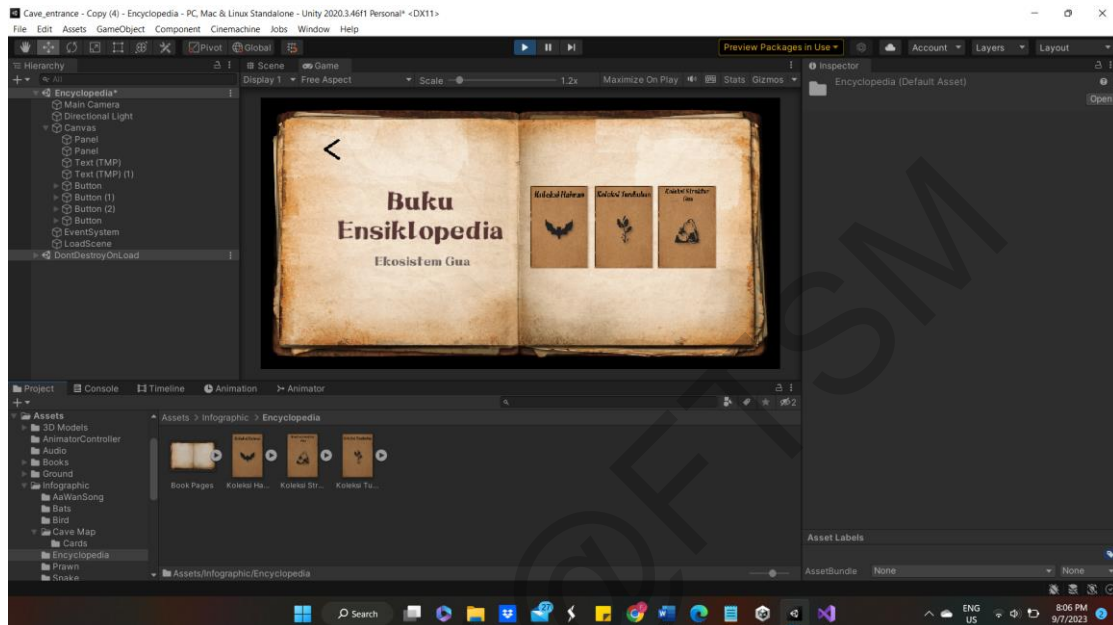
        SetAnswers();
        QnA.RemoveAt(currentQuestion);
    }
}

```

Rajah 1.14 Skrip *QuizSystem.cs*

Pembangunan Antara Muka Buku Ensiklopedia Ekosistem Gua

Rajah 1.15 menunjukkan antara muka buku ensiklopedia ekosistem gua yang dibina dalam *Unity*.



Rajah 1.15 Pembangunan Antara Muka Buku Ensiklopedia Ekosistem Gua di *Unity*

Analisis Keputusan

Pengujian sistem dianggap sebagai salah satu proses yang terpenting dalam pembangunan perisian untuknya mengesahkan sama ada sistem yang dibangunkan memenuhi keperluan dan spesifikasi (Gamido & Gamido 2019). Fasa pengujian akan dilakukan selepas fasa pembangunan dan pengujian dilaksanakan bagi mengenal pasti ralat yang mungkin berlaku agar ralat yang dikenalpastikan dapat dibaiki segera bagi memastikan kualiti sesebuah sistem mencapai keperluan and kepuasan pemain terhadap Permainan Simulasi Ekosistem Gua. Analisis ini juga akan memastikan tujuan kajian adalah sama seperti objektif kajian.

Pengujian fungsi merangkumi 6 fasa utama, seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.1, dan salah satu teknik terperinci ditunjukkan pada Jadual 1.2.

Jadual 1.1 Fungsi yang Diuji

ID Fungsi Permainan	Fungsi	ID Pengujian Fungsi	Fungsi Yang Diuji	Tahap Risiko
F001	Fungsi Mula Aktiviti	F001-01	Antara muka “Mula Aktiviti” dipaparkan dan menekan butang “Mula”	Sederhana
		F001-02	Memasukkan nama	Sederhana
		F001-03	Menekan butang “Keluar”	Sederhana
F002	Fungsi Panduan Permainan	F002-01	Menekan butang “Panduan Pemainan”	Sederhana
F003	Fungsi Sesi Permainan	F003-01	Menekan butang “Zon”	Sederhana
		F003-02	Sesi Permainan	Sangat tinggi
F004	Fungsi Modul Kuiz	F004-01	Menekan butang “Kuiz”	Sederhana
		F004-02	Paparan soalan kuiz	Tinggi
		F004-03	Paparan skor yang didapatkan	Tinggi
		F004-04	Menghentikan sesi kuiz	Sederhana
F005	Fungsi Buku Ensiklopedia Ekosistem Gua	F005-01	Menekan butang yang mempunyai grafik buku.	Sederhana
		F005-02	Menekan kad infografik “Fauna”, “Flora” dan “Struktur Gua”	Sederhana
		F005-03	Paparan model 3D dan maklumat gua	Tinggi
F006	Fungsi Tamat Aktiviti	F006-01	Menekan butang “Keluar”	Sederhana

Jadual 1.2 Contoh Prosedur Pengujian Secara Terperinci

ID Prosedur Pengujian	PR_01
Objektif Pengujian	Prosedur pengujian ini dilaksanakan bagi memastikan pemain dapat memulakan aktiviti dan menyimpan nama selepas muat turun Permainan Simulasi Ekosistem Gua. Pemain juga boleh menutupkan atau menamatkan permainan ini dengan senang.
ID Pelaksanaan Kes Pengujian	F001-01, F001-02, F001-03
Prosedur Pengujian	<ul style="list-style-type: none"> i. Pemain perlu muat turun Permainan Simulasi Ekosistem Gua dalam komputer mereka. ii. Pemain menekan butang “Mula” di antara muka. iii. Pemain memasukkan nama mereka dan menekan butang “Mula”, iv. Pemain diarahkan ke antara muka halaman utama dengan namanya dipaparkan di skrin.
Langkah Penutupan	Pemain menekan butang “Keluar” untuk menamatkan permainan.

Analisis Keputusan

Kaedah yang digunakan untuk mendapatkan data ialah melalui *Google Form*. Soalan kepada pemain dibahagi kepada lima bagaian utama, iaitu bahagian demografi responden, kebolegunaan sistem, keberkesanan sistem terhadap pembelajaran ekosistem gua, penilaian sistem secara keseluruhan dan komen pemain. Bagi bahagian kebolegunaan sistem, keberkesanan sistem terhadap pembelajaran ekosistem gua dan penilaian sistem secara keseluruhan, skala likert dari 1 hingga 5 (1-Sangat Tidak Setuju, 2-Tidak Setuju, 3- Agak Setuju, 4-Setuju, 5-Sangat Setuju). Tinjauan ini dilakukan terhadap 10 orang pemain yang berumur antara 7-15 tahun.

Hasil Soal Selidik *Google Form*

Bagi bahagian penilaian Sistem Secara Keseluruhan, Bagi bahagian penilaian sistem secara keseluruhan ini, 7 responden (70%) berasa sangat setuju dan 3 responden (30%) berasa setuju bahawa permainan ini menarik dan interaktif. 6 orang responden (60%) berasa sangat setuju dan

4 responden (40%) berasa setuju bahawa mereka berpuas hati dengan permainan ini. 9 orang responden (90%) berasa sangat setuju dan 1 orang responden (10%) berasa setuju bahawa mereka akan syorkan permainan ini kepada orang lain.

Berdasarkan komen atau cadangan oleh para pemain untuk menambahbaikkan sistem ini, mereka harap soalan kuiz dan jenis gua boleh ditambahkan. Terdapat juga responden yang mengatakan bahawa mereka berasa susah untuk berjalan dalam gua dan mencadangkan mod gelap atau cahaya boleh ditambahkan dalam suasana gua. Oleh kerana permainan ini hanya boleh dimainkan dalam platform komputer meja, mereka juga berharap permainan ini boleh dimainkan di platform telefon pintar. Rajah 1.16 menunjukkan komen atau cadangan oleh para responden.

BAHAGIAN E: KOMEN DAN CADANGAN

Sila nyatakan komen atau cadangan untuk penambahbaikkan sistem ini.

10 responses

- Aplikasi ini cukup baik
- Boleh tambah lagi soalan kuiz
- Menambah dark mode atau light mode dalam suasana gua
- bagus
- Harap ada jenis gua yang lain
- Lebih baik kalau boleh main di phone
- No comment
-
- A bit hard to walk in cave

Rajah 1.16 Komen dan Cadangan Responden

Perbandingan dengan Kajian Lepas

Hasil kajian permainan telah dibandingkan dengan kajian-kajian yang lain seperti *Endless Ocean: Blue World*, *Little Mouse's Encyclopedia* dan *New Pokémon Snap* seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.3.

Jadual 2.1 Perbandingan permainan

Aplikasi	<i>Endless Ocean: Blue World</i>	<i>Little Mouse's Encyclopedia</i>	<i>New Pokémon Snap</i>	Permainan Simulasi Ekosistem Gua
Platform	Konsol <i>Wii U</i>	Android, iOS, Desktop, Konsol <i>Nintendo Switch</i> , Konsol <i>Xbox</i>	Konsol <i>Nintendo Switch</i>	Desktop
Grafik 2D/3D	3D	2D	3D	3D
Jenis Ekosistem	Marin	Korok, hutan, kolam, taman	<i>Pokémon</i> (Fiksiyen)	Gua
Tinjauan 360-Darjah	Ada	Tiada	Ada	Ada
Pergerakan bebas (sudut pihak pertama/ sudut pihak ketiga)	Ya, sudut pihak ketiga	Ya, sudut pihak ketiga	Tidak, sudut pihak pertama	Ya, sudut pihak pertama
Pergerakan 2D/3D	Pergerakan 3D	Pergerakan 2D	Tiada	Pergerakan 3D
Menonjol Objek	Ada	Tiada	Ada	Tiada
Memanipulasi Objek	Tiada	Tiada	Tiada	Tiada
Zum masuk objek	Ada	Tiada	Ada	Tiada
Maklumat objek terperinci	Sangat terperinci dengan model 3D	Fakta yang menyeronokan dengan lukisan 2D	Sangat terperinci dengan model 3D dan gambar yang diambil	Sangat terperinci dengan model 3D
Misi/Kuiz/Pencarian cerita	Ada pencarian cerita sahaja	Tiada	Ada pencarian cerita sahaja	Ada misi dan kuiz sahaja

Penjelasan

Walaupun terdapat banyak permainan simulasi mengenai ekosistem yang sedia ada, permainan simulasi ekosistem gua mempunyai perbezaan dengan permainan yang telah dinyatakan. Permainan lain mempunyai kelebihan dan kekurangan yang tersendiri dan akan dikenalpastikan untuk membangunkan projek yang dapat mencapai keperluan pengguna.

Permainan yang dicadangkan ialah Permainan Simulasi Ekosistem Gua yang akan memberi fokus kepada ekosistem gua dalam grafik 3D. Permainan yang dibangunkan akan menggunakan platform desktop supaya lebih mudah untuk diakses oleh pemain. Pemain akan mengawal watak mereka dalam pergerakan 3D dari sudut pihak pertama. Sepanjang permainan dijalankan, pemain akan menjalankan misi untuk mengumpul pelbagai jenis flora dan fauna yang berada di zon masing-masing. Maklumat terperinci mengenai objek tersebut akan disediakan dan pemain dapat melihat objek 3D tersebut. Selepas itu, pemain akan menjalankan kuiz untuk menguji pengetahuan mereka tentang ekosistem gua.

Kesimpulan

Ringkasan Hasil Kajian

Hasil kajian melalui pengujian kebolegunaan yang dijalankan dapat mengenal pasti kepuasan pengguna dan bahagian aplikasi yang perlu ditambah baik pada Permainan Simulasi Ekosistem Gua.

Pencapaian Objektif

Objektif yang pertama, iaitu mengenal pasti kategori maklumat ekosistem gua yang perlu disampaikan kepada pemain telah dicapai. Kategori maklumat yang ingin disampaikan dan dikenalpastikan dalam Bab II, di mana maklumat penting flora dan fauna ekosistem gua telah diperkenalkan. Seterusnya, kategori zon gua juga telah dikenalpastikan dan telah dibahagikan kepada zon masuk, zon senja dan zon gelap dalam sesi kuiz permainan.

Objektif yang kedua, iaitu membangunkan permainan simulasi mengenai ekosistem gua yang mengandungi model 3D, suara, grafik, misi dan kuiz juga telah dicapai melalui penyediaan reka bentuk permainan simulasi dalam Bab III. Metodologi dan reka bentuk seperti spesifikasi

keperluan pengguna, model sistem dan reka bentuk seni bina telah dibina untuk menyenangkan proses ini. Permainan Simulasi Ekosistem Gua telah membinakan suasana gua 3D yang realistik dengan menggunakan model 3D, suara, grafik dan misi permainan. Permainan ini juga mengandungi sesi kuiz yang dibahagikan kepada tiga zon.

Objektif yang ketiga, iaitu menilai keberkesanan sistem dalam mendedahkan ekosistem gua kepada orang awam juga telah dicapai melalui soal selidik dalam bentuk *Google Form* dalam Bab IV.

Impak dan Implikasi

Permainan ini berpotensi untuk dikomersialkan dan dipasarkan kepada pelanggan yang berpotensi. Kementerian Pelancongan, Seni dan Budaya Malaysia dan agensi pelancongan merupakan pelanggan yang berpotensi. Hal ini adalah kerana Malaysia mempunyai gua yang menarik seperti Gua Niah dan Batu Caves. Dengan mendedahkan permainan simulasi ekosistem gua ini kepada orang awam, ia dapat menarik pelancong untuk datang ke gua sebenar. Selain itu, permainan ini juga boleh dimasukkan dalam silibus geografi atau biologi awal kanak-kanak. Oleh itu, guru sekolah rendah atau menengah merupakan pelanggan yang berpotensi untuk membeli permainan ini. Permainan ini juga boleh digunakan oleh pakar gua dengan modifikasi konten suasana gua 3D kepada gua sebenar yang mereka inginkan.

Kelemahan dan Cadangan

Berdasarkan kajian yang dijalankan, terdapat beberapa cadangan untuk menambahbaikkan permainan ini. Antaranya termasuklah peningkatan untuk merangkumi lebih banyak jenis gua seperti gua glasier, gua laut, dan tiub lava. Seterusnya, permainan ini boleh dibangunkan dalam

bentuk *Virtual Reality* (VR) untuk memberikan pengalaman yang lebih terbenam kepada pemain supaya dapat meningkatkan potensi permainan ini.

Ringkasan Keseluruhan

Kesimpulannya, projek Permainan Simulasi Ekosistem Gua dibangun untuk membantu mendedahkan keistimewaan gua kepada para pemain. Permainan ini menyediakan modul yang mengandungi suasana gua 3D yang realistik. Modul ini membolehkan pemain untuk mengawal watak mereka dalam sudut pihak pertama dan menemui pelbagai jenis flora dan fauna. Soalan kuiz dan paparan skor juga disediakan untuk menilai kefahaman pemain terhadap ekosistem gua. Secara rumusan, permainan ini diharapkan agar dimanfaatkan dalam kalangan pemain yang berusia 7-15 tahun dalam pembelajaran ekosistem gua.

Penghargaan

Ucapan jutaan terima kasih kepada penyelia projek tahun akhir saya, iaitu Dr. Hafiz Mohd Sarim. Ini adalah kerana beliau telah banyak memberi pertolongan, cadangan dan galakan kepada saya sepanjang masa saya membuat projek ini. Panduan, pendapat dan komen beliau bagi amat dihargai.

Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada rakan-rakan sekalian yang membantu saya dalam menyiapkan projek ini. Bukan itu sahaja, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada keluarga yang telah memberi sokongan yang kuat kepada saya, projek ini tidak dapat dilaksanakan tanpa sokongan mereka. Mereka memberu sepenuhnya prihati apabila saya menghadapi masalah tekanan yang kuat terhadap projek tersebut.

Akhir sekali, tidak lupa memberi ucapan terima kasih kepada mereka yang terlibat secara langsung mahupun sebaliknya untuk menyiapkan projek tersebut.

Sekian, terima kasih.

RUJUKAN

- Adel, A. & Abdullah, B. 2015. A Comparison Between Three SDLC Models Waterfall Model, Spiral Model, and Incremental/Iterative Model. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues* 12(1): 106–111.
- Aini, Q. 2020. Digitalization of Smart Student Assessment Quality in Era 4.0. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering* 9(1.2): 257–265.
- Almomani, I. & Alromi, A. 2020. Integrating software engineering processes in the development of efficient intrusion detection systems in wireless sensor networks. *Sensors (Switzerland)* 20(5).
- Amlani, R.D. 2012. Advantages and limitations of different SDLC models. *International Journal of Computer Applications & Information Technology* 1(3): 6–11.
- Bikovska, J. 2021. Development of a Scenario-based Approach to Simulation Games Management. *Development of a Scenario-based Approach to Simulation Games Management*, hlm.
- British Cave Research Association. 1973. Why is Cave Science Important?
https://bcra.org.uk/cave_science.html [27 Mac 2021].
- Čech, V., Chrastina, P., Gregorová, B., Hronček, P., Klamár, R. & Košová, V. 2021. Analysis of attendance and speleotourism potential of accessible caves in karst landscape of Slovakia. *Sustainability (Switzerland)* 13(11): 1–21.
- Faizan, N., Löffler, A., Heininger, R., Utesch, M. & Krcmar, H. 2019. Classification of evaluation methods for the effective assessment of simulation games: Results from a literature review. *International Journal of Engineering Pedagogy* 9(1): 19–33.
- Gamido, H. V. & Gamido, M. V. 2019. Comparative review of the features of automated software testing tools. *International Journal of Electrical and Computer Engineering* 9(5): 4473–4478.

Malaysian Cave and Karst Conservancy. 2015. Importance of Caves and Karst.

<https://www.mckc.org.my/importance-of-caves-karsts> [4 Disember 2021].

Mustafee, N., Katsaliaki, K. & Taylor, S.J.E. 2021. Distributed Approaches to Supply Chain Simulation. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation* 31(4).

Nur Hidayah Tanzizi. 2022. 30 kru filem terperangkap di Gua Tempurung diselamatkan. *Berita Harian*, 26 Ogos: 1.

Okonkwo, E.E., Afoma, E. & Martha, I. 2017. Cave Tourism and its Implications to Tourism Development in Nigeria: A Case Study of Agu-Owuru Cave in Ezeagu. *International Journal of Research in Tourism and Hospitality* 3(3): 16–24.

Rindam, M. 2014. Cave Tourism: The Potential of Asar Cave as a Natural Tourism Asset at Lenggong Valley, Perak. *SHS Web of Conferences* 12: 01014.

Sekgweleo, T. 2019. Comparing Agile And Traditional System Development Methodologies. *Ijiras* 6(5): 174–179.

Sekgweleo, T. & Iyamu, T. 2022. Understanding the factors that influence software testing through moments of translation. *Journal of Systems and Information Technology* 24(3): 202–220.

Simon, K.S. 2019. Cave ecosystems. *Encyclopedia of Caves*, hlm. Edisi ke-3. Elsevier Inc.:

Van Houten, S.P.A. & Jacobs, P.H.M. 2004. An architecture for distributed simulation games. *Proceedings - Winter Simulation Conference* 2: 2081–2085.

Lim Fang Fei (A180020)
Dr. Hafiz Mohd Sarim
Fakulti Teknologi & Sains Maklumat,
Universiti Kebangsaan Malaysia