

REKA BENTUK DAN PEMBANGUNAN APLIKASI REALITI TERIMBUH ANATOMI MANUSIA (JANTUNG)

Mawar binti Wahid
Siti Fadzilah Mat Noor

Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia

ABSTRAK

Tujuan projek yang dibangunkan adalah untuk memberi tumpuan kepada pembelajaran secara mudah alih yang digunakan oleh pelajar matrikulasi yang mengambil subjek Biologi. Projek ini dikenali sebagai Aplikasi Mudah Alih Realiti Terimbuhan Anatomi Manusia (Jantung). Aplikasi ini adalah untuk pelajar matrikulasi bagi menambahkan lagi kefahaman tentang anatomi jantung manusia seiring dengan Pengajaran dan Pembelajaran melalui teknologi realiti terimbuhan (*Augmented Reality*) dan pendekatan gamifikasi. Tidak semua pelajar mempunyai keupayaan mengingat sesuatu dengan mudah dan cepat jika tidak mempunyai visual yang jelas terhadap sesuatu objek kerana kebanyakan bahan pembelajaran yang disediakan adalah dalam bentuk 2D. Hal ini kerana majoriti pelajar menggunakan buku ataupun video sebagai bahan rujukan mereka. Penyelesaian yang dicadangkan ialah aplikasi yang menyediakan modul mengandungi imej berbentuk 3D yang membolehkan pelajar memutar visual jantung manusia sehingga 360 darjah dengan penerapan elemen animasi pada objek 3D. Selain itu, aplikasi ini juga menyediakan kuiz yang berkonsepkan gamifikasi berkaitan dengan modul yang disediakan untuk menguatkan kefahaman pelajar tentang topik yang disediakan dalam aplikasi tersebut. Objektif aplikasi ini dibangunkan adalah untuk mengenal pasti keperluan aplikasi berdasarkan topik anatomi jantung manusia dalam pelajaran Biologi. Seterusnya, menyediakan platform yang menyediakan objek berbentuk 3D tentang anatomi jantung manusia yang membolehkan pelajar berinteraksi dengan objek maya dalam persekitaran realiti terimbuhan yang berkebolehan memutar rajah sehingga 360 darjah. Selain itu, aplikasi ini menyediakan modul latihan berbentuk kuiz yang menggunakan elemen gamifikasi untuk menarik minat pelajar dan meningkatkan motivasi pelajar tentang topik yang dipelajari. Metodologi Air Terjun (*Waterfall model*) yang merangkumi fasa keperluan, reka bentuk, implementasi, pengujian dan penyelenggaraan digunakan semasa pembangunan aplikasi kerana setiap proses dalam setiap fasa perlu disiapkan sebelum beralih ke fasa seterusnya.

1 PENGENALAN

Pelajar di era digital kini, kebanyakan pelajar lebih selesa menggunakan teknologi untuk memenuhi keperluan mereka, seperti memperoleh pelbagai pengetahuan yang berguna dari pelbagai sumber. Pada masa yang sama, banyak idea dan inisiatif sedang dikembangkan oleh golongan pendidikan untuk menyesuaikan diri dengan persekitaran digital dengan memahami tuntutan pelajar semasa proses pembelajaran supaya keberkesanan pembelajaran dapat ditingkatkan. Menurut Cimer (2012), salah satu penyebab pelajar mengalami kesukaran untuk mempelajari mata pelajaran Biologi adalah kerana kebanyakan topik yang dikaji terlalu abstrak, kesukaran memahami isi kandungan topik itu sendiri, cara pelajar menerima topik tertentu, dan kekurangan bahan pembelajaran.

Realiti Terimbuah atau *Augmented Reality (AR)* ditafsirkan sebagai teknologi yang menggabungkan dunia maya ke dunia realiti melalui masa nyata untuk membentuk model 2D, 3D, animasi, suara atau video melalui interaksi dalam masa nyata (Bower *et al.*, 2014). Teknologi realiti terimbuah pada masa kini bukan hanya digunakan untuk tujuan hiburan, tetapi untuk membantu menyampaikan sesuatu yang berilmiah kepada penggunanya seperti dalam bidang pendidikan dan latihan. Teknologi realiti terimbuah sering berkolaborasi dengan dunia pendidikan dan latihan sejak tahun 1990 lagi. Johnson, *et al.* (2010) menyatakan, teknologi AR pada masa kini memberikan pengalaman luas dalam menyampaikan visual yang jelas kepada pengguna. Terdapat sekumpulan profesional di sekolah dan institusi yang menerapkan penggunaan teknologi AR semasa proses pembelajaran di dalam kelas, terutama mata pelajaran teras seperti Matematik, Biologi, Kimia, dan Fizik. Penerapan model 3D dalam teknologi AR membenarkan pengguna memanipulasi objek yang membantu pelajar melalui proses pembelajaran dan membenarkan pelajar meneroka objek 3D di alam maya pada dunia realiti. Penggunaannya juga mendorong pembelajaran aktif sambil meningkatkan penglibatan pelajar.

Gamifikasi adalah mekanisme yang biasa digunakan dalam bidang profesional seperti pemasaran, perdagangan, pendidikan, dan contoh yang mana mekanisme seperti itu melibatkan interaktif antara dua pihak untuk mewujudkan perubahan pada individu itu sendiri. Menurut Deterding *et al.* (2011), gamifikasi didefinisikan sebagai penerapan elemen permainan ke dalam konteks bukan permainan yang mendorong tingkah laku pengguna dan meningkatkan penglibatan individu untuk meningkatkan motivasi dan interaksi individu melalui elemen reka bentuk permainan.

Tujuan pembinaan Aplikasi Mudah Alih Realiti Terimbu Anatomi Manusia adalah untuk menyediakan medium bahan pembelajaran untuk digunakan oleh pelajar matrikulasi yang mengambil subjek Biologi sebagai sebahagian daripada proses Pengajaran dan Pembelajaran. Skop aplikasi ini adalah untuk pelajar matrikulasi sebagai platform tambahan untuk meningkatkan keterujaan pelajar untuk mempelajari topik "*Transport System*" yang mengandungi subtopik seperti struktur jantung, denyutan jantung (permulaan nadi dan faktor), kitaran jantung dan elektrokardiogram (ECG). Oleh itu, aplikasi dibangunkan sebagai medium tambahan kepada pelajar untuk meningkatkan kefahaman pelajar untuk memahami topik tersebut melalui teknologi realiti terimbu dan gamifikasi dengan menyediakan aplikasi pembelajaran mudah alih secara tersusun dan ringkas.

2 PENYATAAN MASALAH

Tidak semua pelajar mempunyai keupayaan mengingat sesuatu dengan mudah dan cepat jika tidak mempunyai visual yang jelas terhadap sesuatu objek kerana kebanyakan bahan pembelajaran yang disediakan adalah dalam bentuk teks. Hal ini kerana majoriti pelajar menggunakan buku ataupun video sebagai bahan rujukan mereka. Kajian mendapati bahawa pelajar khususnya yang mengambil subjek Biologi ini gemar melakukan ulang kaji pada minit terakhir serta kurang menggunakan bahan-bahan ilmiah seperti buku teks dan artikel (Huertas J *et al.*, 2019). Cimer (2012) menyatakan bahawa, salah satu faktor yang menyebabkan seseorang pelajar mendapat kesukaran untuk mempelajari subjek Biologi ialah kebanyakan topik dalam subjek tersebut terlalu abstrak. Hal ini menimbulkan kekangan terhadap pelajar dari segi masa untuk memahami subjek tersebut.

3 OBJEKTIF KAJIAN

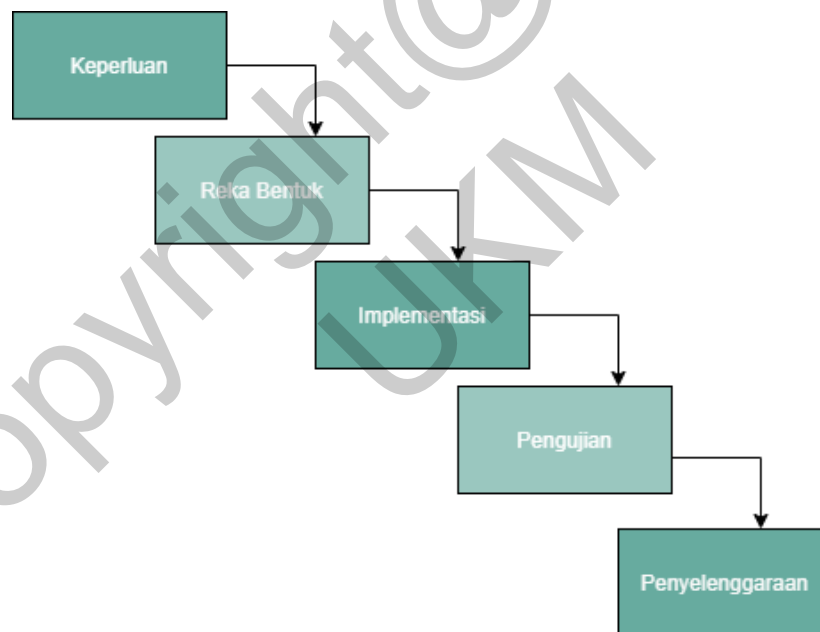
Objektif projek ini merangkumi:

- i. Menenal pasti keperluan aplikasi berdasarkan topik Sistem Pengangkutan (*Transport System*) dalam pelajaran Biologi di peringkat matrikulasi.
- ii. Mereka bentuk antara muka aplikasi yang mengandungi objek 3D, teks, grafik dan video di dalam aplikasi realiti terimbu tentang anatomi manusia(jantung) berdasarkan setiap topik.

- iii. Membangunkan aplikasi pembelajaran yang mengandungi modul pembelajaran berbentuk nota, video, realiti terimbuah dan kuiz yang menggunakan elemen gamifikasi untuk menarik minat pelajar dan meningkatkan motivasi pelajar tentang topik yang dipelajari di dalam aplikasi tersebut.

4 METOD KAJIAN

Model Air Terjun atau *Waterfall Model* dipilih kerana prosesnya yang lebih stabil dan fleksibel seiring dengan kawalan pengurusan yang baik. Model air terjun melalui beberapa fasa yang terdiri daripada keperluan, reka bentuk, implementasi, pengujian dan penyelenggaraan. Model air terjun digunakan kerana penggunaannya yang lebih efisien kerana dapat menghasilkan pengeluaran secara produktif serta meningkatkan prestasi dengan pelaksanaan yang lebih rendah (Iqbal *et al.*, 2009). Rajah 1 merupakan metodologi Air Terjun yang digunakan untuk membangunkan aplikasi “*Transport System*”.



Rajah 1.0 Metodologi Air Terjun (*Waterfall Model*)

4.1 Fasa Analisis Keperluan

Pada fasa ini, kajian keperluan dikenal pasti, keperluan dihimpunkan dan diperoleh daripada pemegang taruh iaitu pensyarah matrikulasi yang mengajar subjek Biologi. Pada peringkat ini

juga analisis keperluan pengguna dan fungsi aplikasi diperoleh dan didokumentasikan. Selain itu, rajah kes pengguna, spesifikasi kes guna dan rajah jujukan dikenal pasti.

4.2 Fasa Reka Bentuk

Pada fasa ini, reka bentuk antara muka aplikasi dilakar mengikut keperluan pengguna. Penerapan konsep reka bentuk diterapkan berteraskan pengguna (*User Centered Design*). Reka bentuk aplikasi sentiasa melibatkan pendapat pensyarah bermula dengan prototaip seterusnya mendapatkan maklum balas pengguna, kemudian menganalisis reka bentuk. Dalam fasa ini juga, papan cerita reka bentuk antara muka dilaksanakan mengikut perancangan setiap keperluan sebelum fasa pelaksanaan diteruskan.

4.3 Fasa Pelaksanaan

Kod dan debug dilaksanakan mengikut perancangan keperluan yang diperoleh. Pada fasa ini juga, pengubahsuaian keperluan diubah jika terdapat perubahan dari faktor luar. Di dalam pembangunan aplikasi yang dibangunkan, penggunaan perisian yang digunakan ialah *Android Studio* dan *Autodesk Maya*.

4.4 Fasa Pengujian

Pada fasa ini, pengujian fungsi dilaksanakan bagi mengenal pasti jika terdapat masalah ralat. Proses menyemak semula pengekodan diterapkan di dalam aplikasi menggunakan pendekatan pengujian Kotak Hitam atau '*Black Box Testing*'. Pada fasa ini juga, pengujian kebolegunaan dilaksanakan bagi mengenal pasti Aplikasi Realiti Terimbuh Anatomi Manusia (Jantung) memenuhi keperluan dan jangkaan pemegang taruh dan pengguna.

4.5 Fasa Penyelenggaraan

Beberapa aktiviti dilaksanakan dalam fasa ini seperti pengujian aplikasi oleh pengguna akhir, pengalihan aplikasi dan menaik taraf aplikasi.

5 HASIL KAJIAN

Berikut menerangkan hasil kajian bagi Aplikasi Realiti Terimbuh Anatomi Manusia (Jantung).

5.1 Pembangunan Aplikasi

Aplikasi dibangun menggunakan perisian *Autodesk Maya* bagi menghasilkan animasi model 3D jantung *Android Studio* dengan bahasa pengaturcaraan yang digunakan ialah *Java* untuk membangunkan fungsi utama aplikasi ini iaitu fungsi realiti terimbuh dan fungsi permainan kuiz. Pembangunan Aplikasi Realiti Terimbuh Anatomi Manusia (Jantung) mengambil masa 9 minggu. Setiap bahagian serta fungsi yang berjaya dibangunkan diuji oleh pembangun bagi memastikan fungsi berfungsi mengikut perancangan. Pembangunan setiap fungsi dibahagikan mengikut masa serta peringkat kesukaran. Bahagian yang mengambil masa di dalam pembangunan adalah bahagian pembangunan model 3D dan fungsi kuiz “*Multiplayer*”.

5.1.1 Pembangunan Persekitaran Realiti Terimbuh

SDK *Sceneform* digunakan sebagai kerangka 3D untuk memaparkan dan mengimport objek 3D model dengan menghasilkan fail *.sfa* dan *.sfb* yang kemudiannya akan digunakan untuk aktiviti persekitaran realiti terimbuh. Rajah 1.1 menunjukkan keratan skrin pengaturcaraan fungsi bagi menghasilkan objek 3D pada nod. Merujuk pada dokumentasi pada laman sesawang *Google Developers*, nod-nod pada skrin telefon pintar akan terhasil pada permukaan yang mendatar jika pengguna menghalakan telefon pintar pada permukaan yang mendatar.

```
private void onPlaneTap(HitResult hitResult, Plane unusedPlane, MotionEvent unusedMotionEvent) {
    if (hbRenderable == null) {
        return;
    }
    // Create the Anchor.
    Anchor anchor = hitResult.createAnchor();
    if (anchorNode == null) {
        anchorNode = new AnchorNode(anchor);
        anchorNode.setParent(arFragment.getArSceneView().getScene());
        heart = new SkeletonNode();
        TransformableNode node = new TransformableNode(arFragment.getTransformationSystem());
        node.setLocalScale(new Vector3(0.40f, 0.40f, 0.40f));
        node.setParent(anchorNode);
        node.select();
        node.setRenderable(hbRenderable);
    }
}
```

Rajah 1.1 Keratan Skrin Pengaturcaraan Menghasilkan Objek 3D Pada Nod

5.1.2 Pembangunan Fungsi Permainan Kuiz *Multiplayer*

Rajah 1.2 hingga rajah 1.4 memaparkan keratan skrin pengaturcaraan yang kritikal bagi fungsi *multiplayer*. Fungsi butang *create room* pada antara muka *select opponent* akan menghantar data iaitu nama dan skor pemain ke pangkalan data *Realtime* manakala rajah 1.3 menunjukkan data pemain akan di hantar ke pangkalan data jika pemain menekan *listView* pada antara muka *Rooms* untuk menyertai pemain yang telah mencipta ruang baharu. Rajah 1.4 merupakan keratan skrin aktiviti skor *multiplayer*. Data yang diterima oleh kedua-dua pemain akan di hantar ke pangkalan data sejarah *multiplayer* melalui pangkalan data *Realtime*.

```
private void ownerbilik() {
    String user = FirebaseAuth.getInstance().getCurrentUser().getUid();
    DatabaseReference databaseUsers = database.getReference("users");
    DatabaseReference username = databaseUsers.child(user).child("fullName");

    username.addListenerForSingleValueEvent(new ValueEventListener() {
        @Override
        public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot dataSnapshot) {

            String users = dataSnapshot.getValue().toString();
            createroom_button.setText("CREATE ROOM");
            createroom_button.setEnabled(false);
            roomName = users;
            player = new Player(score, roomName);
            roomRef = database.getReference("rooms").child(roomName).child("player1");
            addRoomEventListener();
            roomRef.setValue(roomName);
            roomRef.setValue(player);
            roomRef = database.getReference("rooms").child(roomName).child("player2");
            player2 = new Player(score, playerName);
            roomRef.setValue(player2);
        }
    });
}
```

Rajah 1.2 Keratan skrin pengaturcaraan *create room* bagi fungsi kuiz *multiplayer*

```

listView.setOnItemClickListener(new AdapterView.OnItemClickListener() {
    DatabaseReference username = databaseUsers.child(user).child("fullName");
    @Override
    public void onItemClick(AdapterView<?> parent, View view, int position, long id) {
        //join as existing room and add yourself as player2
        username.addListenerForSingleValueEvent(new ValueEventListener() {
            @Override
            public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot dataSnapshot) {
                String users = dataSnapshot.getValue().toString();
                roomName = roomslist.get(position);
                DatabaseReference kekosonganbilik = checkplayerdb.child(roomName).child("player2");
                kekosonganbilik.addListenerForSingleValueEvent(new ValueEventListener() {
                    @Override
                    public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot ds) {
                        Player checkplayer = ds.getValue(Player.class);
                        checkplayeravl=checkplayer.playerName;
                        if (!playerName.equals(roomName) && checkplayeravl.equals("")) {
                            roomRef = database.getReference( path: "rooms").child(roomName).child("player2");
                            addRoomEventListener();
                            player = new Player(score, users);
                            roomRef.setValue(player);
                        } else if(playerName.equals(roomName) ) {
                            ownerbilik();
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

Rajah 1.3 Keratan rentas *listView*

```

if (roomName.equals(playerName)) {
    score1.setText(score_str);
    result = score1.getText().toString();
    player1name_textView.setText(roomName);
    player2name_textView.setText(player2name);
    db = database.getReference( path: "rooms").child(roomName).child("score1p");
    db.setValue(score_str);
    refresh = new Runnable() {
        public void run() {
            score player1
            userRef1.child(roomName).addListenerForSingleValueEvent(new ValueEventListener() {
                @Override
                public void onDataChange(DataSnapshot snapshot) {
                    lol= snapshot.child("score2p").getValue().toString();
                    if ( lol.equals("")) {
                        handler.postDelayed(refresh, delayMillis: 1000);
                    }
                    else {
                        score2.setText(lol);
                        String key = userRef1.child("multiplayerhistory").push().getKey();
                        createmultiplayerhistory = database.getReference( path: "multiplayerhistory").child(roomName).child(key);
                        playersHistory = new playersHistory(roomName, score_str, player2name, lol);
                        createmultiplayerhistory.setValue(playersHistory);
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

Rajah 1.4 Keratan skrin pengaturcaraan skor *multiplayer*

5.1.3 Pembangunan Pangkalan Data

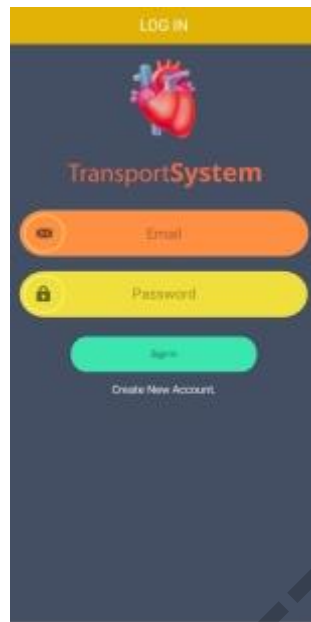
Rajah 1.5 memaparkan pangkalan data bagi penyimpanan maklumat pengguna, sejarah permainan *single-player*, sejarah permainan *multiplayer* dan *rooms*. Pangkalan data maklumat pengguna menyimpan data pengguna seperti nama dan e-mel. Pangkalan data *single-player* menyimpan markah permainan kuiz *single-player* pengguna, manakala pangkalan data permainan *multiplayer* menyimpan markah pengguna dan pihak lawan yang telah menyertai permainan kuiz secara *multiplayer*. Pangkalan data bagi *rooms* pula menyimpan maklumat pemain pertama yang mencipta ruangan baharu dan kemudiannya menyimpan maklumat pemain kedua jika pemain kedua menyertai *rooms* yang dicipta oleh pemilik ruang.



Rajah 1.5 Pangkalan Data *Realtime*

5.1.4 Antara Muka Aplikasi

Rajah 1.6 sehingga rajah 1.19 memaparkan aliran antara muka Aplikasi Realiti Terimbuh Anatomi Manusia (Jantung). Rajah 1.6 menunjukkan antara muka pertama yang akan dipaparkan apabila pengguna membuka aplikasi buat kali pertama. Pengguna perlu log masuk ke dalam aplikasi atau menekan teks '*Create New Account*' jika pengguna belum mendaftar ke dalam aplikasi.



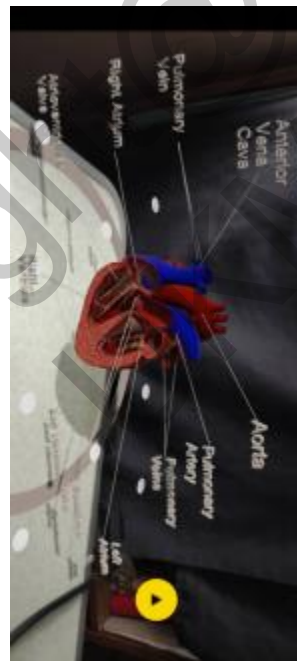
Rajah 1.6 Antara Muka *Log In*



Rajah 1.7 Antara Muka *Homepage*



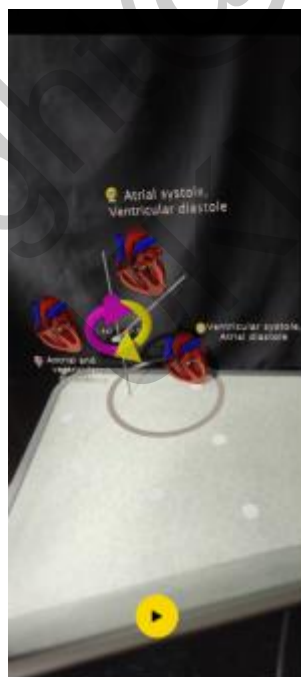
Rajah 1.8 Antara Muka *Subtopic*



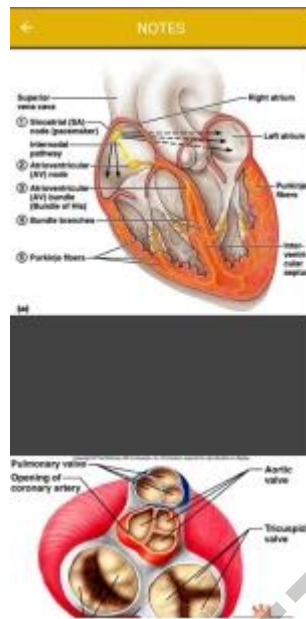
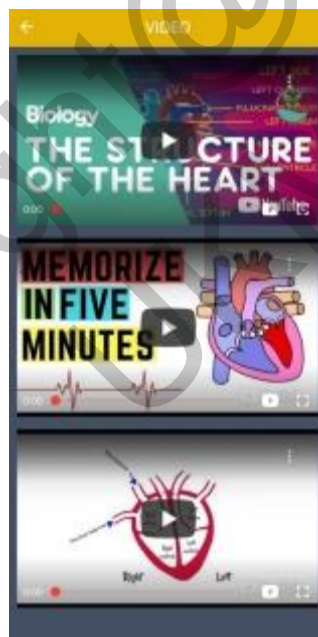
Rajah 1.9 Antara Muka *Augmented Reality* subtopik 'Structure of Heart'



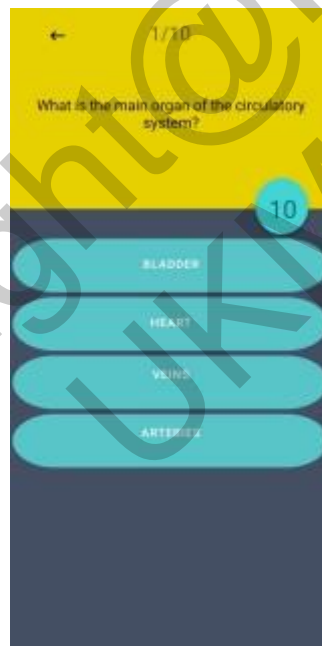
Rajah 1.10 Antara Muka *Augmented Reality* subtopik 'Initiation of Heart'



Rajah 1.11 Antara Muka *Augmented Reality* subtopik 'Cardiac Cycle'

Rajah 1.12 Antara Muka *Notes*Rajah 1.13 Antara Muka *Animation Video*

Selanjutnya, pada bahagian fungsi kuiz, terdapat tiga butang pada antara muka *Quiz* seperti yang dipaparkan pada rajah 1.14. Aplikasi akan membenarkan pengguna ke *paparan Quiz Level* setelah pengguna menekan butang *single-player*. Aplikasi akan memulakan kuiz apabila pengguna menekan salah satu butang *level* dan akan ke antara seterusnya iaitu antara muka kuiz *single-player* seperti yang dipaparkan pada rajah 1.15.

Rajah 1.14 Antara Muka *Quiz*Rajah 1.15 Antara Muka Soalan Kuiz *Singleplayer*

Pada bahagian fungsi *multiplayer*, aplikasi akan memaparkan antara muka *Select Opponent* yang mempunyai butang *Random* yang akan membenarkan pengguna ke antara muka seterusnya iaitu *Create Room*. Antara muka *Create Room* membenarkan pengguna untuk mencipta ruang baharu dan pengguna akan dibawa serta merta ke antara muka seterusnya iaitu antara muka *Waiting Player* yang merupakan ruang untuk menunggu pemain lain menjadi

pihak lawan untuk menyertai permainan kuiz *multiplayer*. Ruang baharu yang dicipta memaparkan nama pemain yang mencipta ruang tersebut dan akan terlihat pada skrin pemain lain. Seorang pihak lawan sahaja yang dibenarkan untuk menyertai kuiz *multiplayer* dalam ruang yang dicipta oleh pemilik ruang tersebut.

Rajah 1.16 memaparkan antara muka permainan *multiplayer* yang memaparkan perlawanan antara dua pemain yang perlu menjawab soalan kuiz pada masa yang ditetapkan. Pemain yang pantas menamatkan permainan akan ke antara muka seterusnya iaitu *Score* seperti rajah 1.17. Pemain yang menjawab soalan dengan tepat akan memenangi permainan akan memperoleh bintang.



Rajah 1.16 Antara Muka Permainan Kuiz *Multiplayer*

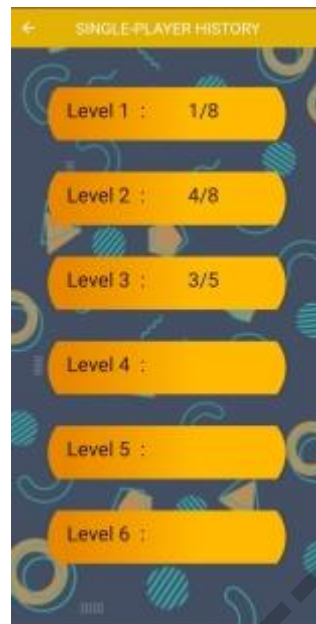


Rajah 1.17 Antara Muka Skor *Multiplayer*

Dua butang pada *Quiz History* memaparkan butang *multiplayer* dan *single-player* yang setiap daripada butang tersebut akan membawa pengguna ke antara muka sejarah permainan *multiplayer* atau *singleplayer* seperti yang dipaparkan pada rajah 1.18 dan 1.19.



Rajah 1.18 Antara Muka *Multiplayer History*

Rajah 1.19 Antara Muka *Singleplayer History*

5.2 Pengujian Fungsian

Aplikasi *Transport System* melalui fasa pengujian untuk menganalisis masalah dan ralat yang terdapat pada aplikasi ini. Fungsi modul pembelajaran dinilai, termasuk beberapa fungsi butang, mengimbas penanda untuk menguji fungsi AR yang memaparkan objek 3D dan video. Bagi memastikan bahawa semua ciri seperti butang, nota, video, model 3D, dan penanda AR berfungsi dengan baik, pengujian fungsi dilakukan dengan menggunakan kaedah kotak hitam atau "*Black-box Testing*". Pengujian fungsi merangkumi 6 fasa utama, seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.0, dan salah satu teknik terperinci ditunjukkan pada Jadual 1.1. Hasil pengujian menemukan tiada ralat pada fungsi-fungsi utama.

Jadual 1.0 Fungsi Yang Diuji

Fasa	Perkara	Proses	Keputusan
1	Paparan model 3D	Manual	Lulus
2	Paparan video	Manual	Lulus
3	Permainan kuiz <i>singleplayer</i>	Manual	Lulus
4	Permainan kuiz <i>multiplayer</i>	Manual	Lulus

5	Sejarah permainan <i>singleplayer</i>	Manual	Lulus
6	Sejarah permainan <i>multiplayer</i>	Manual	Lulus

Jadual 1.1 Contoh Prosedur Pengujian Secara Terperinci Fasa 1

Kriteria	Perkara
Objektif	Memastikan model 3D berfungsi dengan baik setelah pengguna mengimbas ke permukaan mendarat. Fasa ini adalah untuk menentukan jika aplikasi dapat memaparkan model 3D jantung manusia dan bertindak balas terhadap interaksi luaran dengan betul.
Pra-keperluan prosedur	Permukaan mendarat dan pencahayaan yang baik.
Prosedur pengujian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memuat turun aplikasi pada peranti mudah alih. 2. Pilih butang "<i>Log In</i>" atau "<i>Register</i>" - Aplikasi memaparkan halaman utama yang terdiri daripada butang "<i>Subtopic</i>", "<i>Quiz</i>" dan "<i>User Guide</i>". 3. Pilih butang "<i>Subtopic</i>" - Aplikasi memaparkan butang subtopik yang merupakan "<i>structure of the heart</i>", "<i>initiation of heartbeat</i>", "<i>cardiac cycle</i>", "<i>electrocardiogram</i>", dan "<i>factor affecting heartbeat</i>". 4. Pilih butang "<i>structure of the heart</i>" - Aplikasi memaparkan kategori untuk pembelajaran yang merupakan "<i>Augmented Reality</i>", "<i>Notes</i>", "<i>Animation Video</i>" dan "<i>Quiz</i>". 5. Pilih "<i>Augmented Reality</i>" - Aplikasi memaparkan mod kamera. 6. Imbas permukaan mendarat sebagai gambar sasaran - Aplikasi memaparkan 3D model. 7. Tekan butang "<i>Play Animation</i>" - Model 3D akan memaparkan animasi jantung.
Langkah keluar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tekan butang kembali beberapa kali. 2. Aplikasi kembali ke halaman utama. 3. Tekan butang "<i>Log keluar</i>". 4. Tekan "<i>ok</i>".

6 KESIMPULAN

Teknologi realiti terimbuh merupakan teknologi yang mempunyai keupayaan menggantikan objek fizikal kepada objek maya. Teknologi realiti terimbuh berpotensi sebagai komponen utama yang digunakan dalam persekitaran pengajaran dan pembelajaran pada masa akan datang. Hal ini kerana, keterujaan dan keseronokan persekitaran realiti terimbuh dapat memanjangkan tempoh pembelajaran. Kajian mendapati bahawa, realiti terimbuh menyumbang kepada penggabungan penglihatan komputer, pemprosesan gambar dan grafik komputer untuk membentuk paradigma interaksi antara manusia dan komputer atau *Human-Computer Interaction* (HCI) serta meningkatkan refleksi pelajar terhadap proses mentafsir objek 3D yang terhasil pada persekitaran realiti terimbuh (Weng et al., 2016).

Kesimpulannya, seperti yang dinyatakan pada awal bab, objektif utama kajian ialah untuk membangunkan aplikasi mudah alih sebagai alternatif tambahan untuk pelajar matrikulasi yang mengambil subjek Biologi bagi memendekkan masa kefahaman pelajar untuk mempelajari topik 'Transport System' yang memfokuskan pada bahagian jantung manusia. Teknik realiti terimbuh berasaskan tanpa penanda diaplikasikan agar memudahkan pengguna mengakses objek 3D model jantung pada bila-bila masa tanpa memerlukan imej sebagai penanda. Secara rumusan, diharapkan kelebihan yang terdapat pada aplikasi Realiti Terimbuh Anatomi Manusia (Jantung) dapat digunakan dan diperluas dalam kalangan pelajar matrikulasi yang mengambil subjek Biologi.

7 RUJUKAN

Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A. and Grover, D., 2014. Augmented Reality in education—cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), pp.1-15.

Cimer, A., 2012. What makes biology learning difficult and effective: Students' views. *Educational Research and Reviews*, 7(3), p.61.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. and Nacke, L., 2011, September. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15).

Iqbal, M. and Rizwan, M., 2009, August. Application of 80/20 rule in software engineering Waterfall Model. In *2009 International Conference on Information and Communication Technologies* (pp. 223-228). IEEE.

Johnson, L., Levine, A., Smith, R. and Stone, S., 2010. *The 2010 Horizon Report*. New Media Consortium. 6101 West Courtyard Drive Building One Suite 100, Austin, TX 78730..

Weng, N.G., Bee, O.Y., Yew, L.H. and Hsia, T.E., 2016. An augmented reality system for biology science education Malaysia. *International Journal of Innovative Computing*, 6(2).

Wu, J., 2013. Hierarchy theory: an overview. In *Linking ecology and ethics for a changing world* (pp. 281-301). Springer, Dordrecht.

Copyright@FTSM
UKM