

## **Pembangunan Aplikasi Realiti Terimbuh Untuk Pengenalan Struktur Data**

### *The Development of Augmented Reality Application for Introduction of Data Structure*

**Mohamad Aslam Katahman, Muhammad Fakri Othman\***

Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat,  
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, 86400, MALAYSIA

DOI: <https://doi.org/10.30880/aitcs.2021.02.02.025>

Received 31 July 2021; Accepted 08 September 2021; Available online 30 November 2021

**Abstrak:** Projek pembangunan aplikasi pendidikan yang digunakan di dalam aplikasi mudah alih untuk pelajar dan akan membantu mereka untuk memahami lebih mudah pelajaran yang ingin dipelajari di dalam subjek Struktur Data. Aplikasi ini akan menggunakan konten infografik untuk pelajar mempelajari pelajaran data struktur. Tambahan lagi, terdapat beberapa elemen yang akan digunakan di dalam aplikasi ini seperti video, realiti terimbuh dan juga objek 3D. Hal ini bertujuan untuk membuatkan pelajar faham akan cara-cara yang digunakan di dalam pelajaran struktur data tersebut. Aplikasi ini akan dibangunkan menggunakan perisian *Unity 3D*, *Microsoft Visual Studio* dan *Adobe XD*. *Adobe XD* digunakan bagi membuat grafik yang akan digunakan di dalam aplikasi ini. Kaedah pemilihan metodologi MMCD model yang akan digunakan di dalam membangunkan aplikasi ini. Aplikasi ini dapat tersedia untuk pengguna peranti android pada versi permulaan. Projek ini amat bermanfaat kepada pelajar yang ingin mempelajari pelajaran struktur data dengan lebih berkesan dan mudah faham. Jadi, aplikasi ini akan dijadikan sebagai rujukan pelajar untuk memahami pelajaran struktur data terutama topik *Linked List* dan *pointer*. Aplikasi ini telah berjaya diuji pada versi pertama oleh pelajar tahun dua dan tiga di Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat di UTHM. Keputusan pengujian aplikasi adalah di tahap yang memuaskan bagi pengguna yang ingin mengenali topik *Linked List* dan *Pointer* di dalam pembelajaran struktur data. Selain itu, keputusan pengujian ini juga telah menunjukkan bahawa pengguna lebih tertarik kepada penggunaan realiti terimbuh di dalam aplikasi ini bagi memudahkan lagi pemahaman mereka dalam mempelajari pembelajaran Struktur Data.

**Kata Kunci:** Aplikasi Pembelajaran, Realiti terimbuh, Metodologi MMCD model

*Abstract: Educational application development project used in mobile applications for students and will help them for more lessons to be learned in the subject of data structure. This application will use infographic content for students learn data structure lessons. Additionally, there are several elements that will be used in this*

---

\*Corresponding author: [fakri@uthm.edu.my](mailto:fakri@uthm.edu.my)

2021 UTHM Publisher. All rights reserved.

[publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/aitcs](http://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/aitcs)

*app such as video, Augmented Reality and 3D objects. This is intended for students who understand the methods used in learning data structure. This application will be developed using Unity 3D software, Microsoft Visual Studio and Adobe XD. Adobe XD is used to create the graphics that will be used in this application. MMCD model methodology selection method is used in this application. This application can be made available to users of android device on the current version. This project is very beneficial for students who want to learn data structure lessons more effectively and easily. So, this application will be used as a reference for students learns the Linked List and Pointer topic in this application. This application has been successfully tested in the first version by 2nd and 3rd year students at the Faculty of Computer Science and Information Technology at UTHM. The results of application testing are at a satisfactory level for users who want to know the topic of Linked List and Pointer in data structure learning. In addition, the results of this test have also shown that users are more interested in the use of Augmented Reality in this application to further facilitate their understanding in data structure learning.*

**Keywords:** *Augmented Reality, Learning Application, MMCD Model Methodology*

## 1. Pengenalan

Pembelajaran struktur data sangat diperlukan di dalam bidang pengkomputeran. Pembelajaran yang memerlukan pemahaman yang mendalam di dalam menentukan jawapan yang sesuai berdasarkan topik yang berkaitan. Penggunaan komponen multimedia di dalam pembangunan aplikasi pembelajaran seperti video, animasi dan juga realiti terimbu sangat penting bagi memudahkan pelajar memahami sesuatu topik tersebut. Video adalah kombinasi audio dan siri bingkai imej dalam bentuk digital secara selari yang berasaskan masa. Ianya adalah kaedah penyaluran maklumat yang amat menarik serta merupakan elemen atau media yang paling dinamik serta efektif untuk menyampaikan maklumat. Selepas itu, penggunaan realiti terimbu dalam aplikasi pembelajaran adalah untuk menambah nilai bagi elemen seronok dan dapat menarik minat pelajar untuk belajar[1].

Justeru, penggunaan konsep realiti terimbu ini dapat mempengaruhi motivasi pelajar dalam belajar. Oleh itu, dengan adanya komponen yang dibangunkan di dalam aplikasi ini akan dapat membantu pelajar atau pengguna yang menggunakannya dalam mempelajari pelajaran struktur data. Pengguna sasaran aplikasi adalah pelajar tahun dua dan tiga di Fakulti Sains Komputer dan teknologi maklumat. Pengujian aplikasi akan dibuat kepada pengguna sasaran bertujuan untuk menguji tahap keberhasilan aplikasi pembelajaran kepada pelajar. Hal ini untuk menunjukkan adakah aplikasi ini relevan untuk diwujudkan di dalam pembelajaran struktur data[2].

Terdapat beberapa masalah yang terdapat di dalam aplikasi pembelajaran sedia ada yang perlu ditambahbaik. Pertama sekali adalah penggunaan realiti terimbu berdasarkan paparan sasaran imej yang tidak terperinci. Hal ini kerana realiti terimbu yang dipaparkan tidak mempunyai penjelasan bagi setiap imej yang dipaparkan. Hal ini akan menyebabkan pengguna tidak faham akan topik yang ingin disampaikan. Oleh itu, dengan adanya penyediaan paparan imej penjelasan akan memudahkan pengguna lebih faham akan topik yang ingin disampaikan.

Selain itu, penggunaan elemen video di dalam aplikasi pembelajaran yang tidak sistematik. Hal ini kerana penggunaan video di dalam aplikasi sedia ada tidak mengikuti topik yang ingin disampaikan. Contohnya video di dalam aplikasi tersebut adalah umum dan tidak tertumpu secara jelas di dalam sesuatu topik pembelajaran tersebut. Oleh hal yang demikian, pengguna tidak akan mendapat gambaran secara jelas video yang disampaikan di dalam aplikasi tersebut.

Terdapat beberapa objektif yang membawa kepada pengembangan aplikasi pembelajaran ini iaitu untuk merangka aplikasi pembelajaran Struktur Data berasaskan penambahan elemen realiti terimbu.

Selepas itu, untuk membangunkan aplikasi pembelajaran Struktur Data berasaskan penambahan elemen realiti terimbuh untuk pelajar Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat di Universiti Tun Hussein Onn Malaysia. Akhirnya, adalah untuk menguji aplikasi pembelajaran Struktur Data berasaskan penambahan elemen realiti terimbuh di Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat.

Kepentingan projek yang dapat diambil adalah penggunaan realiti terimbuh tertumpu kepada dua subtopik iaitu topik Linked List dan juga topik Pointer. Hal ini kerana topik tersebut adalah sangat penting di dalam memahami pembelajaran struktur data. Selain itu, terdapat juga elemen-elemen multimedia di dalam aplikasi seperti video, animasi dan juga objek 3D. Akhirnya, aplikasi pembelajaran ini bertujuan untuk memperkuatkan lagi pemahaman subtopik penting seperti Linked List dan Pointer di dalam pembelajaran struktur data.

## 2. Tinjauan Literatur

### 2.1 Teknologi yang digunakan

Teknologi yang digunakan adalah teknologi realiti terimbuh dimana pengguna boleh memanipulasi objek maya menggunakan sasaran imej. Model realiti terimbuh ini dihasilkan dari bentuk pantulan objek sebenar. Bentuk objek sebenar direkonstruksikan dengan mengintegrasikan gambar ke dalam objek. Ianya boleh diambil dengan menggunakan kamera RGB-D dari arah yang berbeza. Teknologi ini juga merekonstruksikan pantulan objek yang diperolehi dengan menganggar parameter model pantulan dari bentuk dan warna yang dihasilkan.[3]

Selain itu, teknologi yang digunakan adalah kamera. Kamera kini boleh dilihat dalam bentuk 3D, perbezaan peta (disparity maps) dan kedalaman peta (depth maps) Ianya kerana dengan penggunaan satu set lima kamera yang disebut set sama beberapa kamera berbilang (EBMCS) yang telah dibangunkan.[4] Oleh itu, sejajar dengan pembangunan aplikasi struktur data ini yang akan menggunakan objek 3D dalam membangunkan realiti terimbuh yang akan dihasilkan.

Disamping itu, teknologi yang akan digunakan adalah android. Android adalah sistem operasi berasaskan sumber terbuka. Android dibangunkan oleh Open handset Alliance, yang diketuai oleh Google dan syarikat-syarikat lain. Android juga adalah salah satu pendekatan terbaik untuk pengembangan aplikasi untuk peranti mudah alih[5]. Akhirnya, android telah mencapai sasaran mereka dengan menggunakan banyak telefon pintar sebagai “default search engine” pada masa kini.[6]

### 2.2 Kajian Aplikasi Sedia Ada

Aplikasi sedia ada adalah sangat penting untuk diteliti apabila ingin membangunkan sebuah aplikasi. Dengan adanya kajian aplikasi sedia ada ini, ianya untuk mengetahui ciri-ciri utama yang ada pada aplikasi tersebut. Terdapat tiga aplikasi yang diteliti di dalam kajian ini iaitu aplikasi Assemblr EDU, aplikasi Snaplearn dan aplikasi Elements AR.

**Jadual 1: Perbandingan antara aplikasi sedia ada dan aplikasi yang dicadangkan**

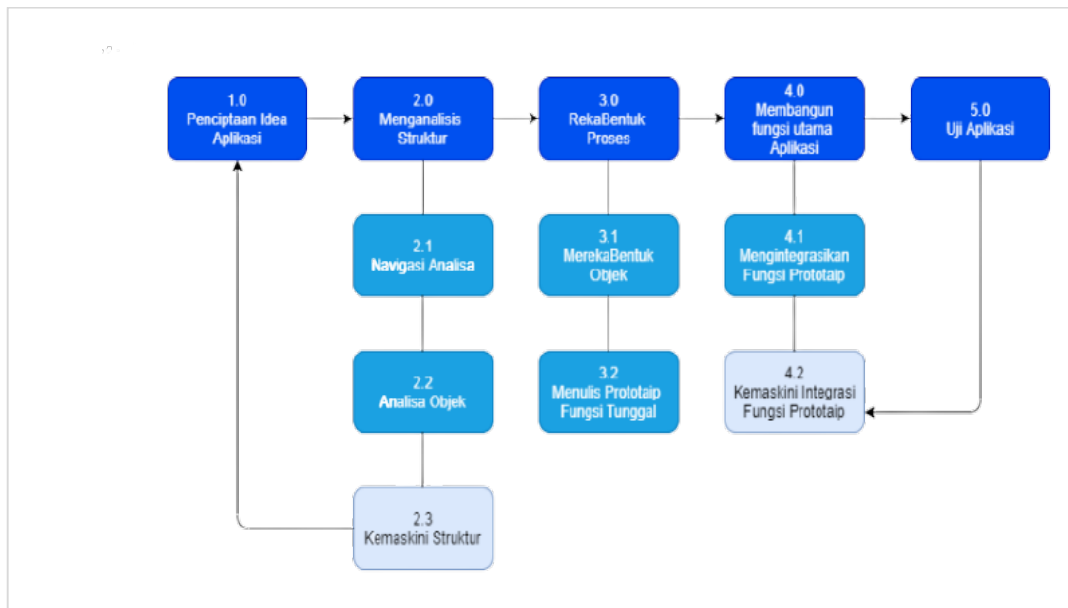
Ciri-ciri	Aplikasi Assemblr EDU[7]	SnapLearn[8]	360ED's ElementsAR[9]	Aplikasi yang Dicapadangkan
Pendaftaran	Terdapat halaman daftar pengguna	Terdapat halaman daftar pengguna	Tidak mempunyai halaman daftar pengguna	Terdapat halaman daftar pengguna
Log masuk	Terdapat halaman log masuk pengguna	Terdapat halaman log masuk pengguna	Tidak mempunyai halaman log masuk pengguna	Terdapat halaman log masuk pengguna

**Jadual 1: (sambungan)**

Ciri-ciri	Aplikasi Assemblr EDU[7]	SnapLearn[8]	360ED's ElementsAR[9]	Aplikasi yang Dicadangkan
Atas Talian Sistem Terbuka Percuma	Dalam talian percuma	Dalam talian percuma	Luar talian percuma	Dalam talian percuma
Realiti Terimbuh diterapkan	Tidak mempunyai elemen realiti terimbuh	Tidak mempunyai elemen realiti terimbuh	Mempunyai elemen realiti terimbuh	Mempunyai elemen realiti terimbuh
Elemen video	Tidak mempunyai elemen video di dalam aplikasi	Tidak mempunyai elemen video di dalam aplikasi	Mempunyai elemen video di dalam aplikasi	Mempunyai halaman video di dalam aplikasi

### 3. Metodologi

Metodologi adalah satu kaedah yang digunakan bagi mengukur dan mengatur pembangunan sesuatu projek. Di dalam projek ini, metodologi yang digunakan adalah bertujuan untuk kajian dan mengenalpasti keperluan yang sesuai dengan pembangunan aplikasi Pembelajaran Struktur Data yang akan dibangunkan. Pemilihan metodologi yang sesuai dalam pembangunan aplikasi ini amatlah penting bagi mengelakkan pembaziran masa daripada terus berlaku. Di dalam projek pembangunan aplikasi ini, model MMCD akan digunakan sebagai metodologi kajian seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.

**Rajah 1: MMCD metodologi model[10]**

#### 3.1 Fasa Penciptaan Idea Aplikasi

Penciptaan idea aplikasi yang ditunjukkan dalam Jadual 2 bertujuan untuk menyiapkan maklumat yang diperlukan sebelum reka bentuk dan pengembangan aplikasi dimulakan.

**Jadual 2: Penciptaan idea aplikasi**

Bahan	Penerangan
Jenis Aplikasi	Aplikasi Pembelajaran
Sasaran peranti	Minima: Android 6.0 'Marshmallow' (API level 23)
Tetapan perisian yang digunakan untuk Penghasilan Aplikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perisian Unity: Versi 2019.4.13f</li> <li>Resolusi aplikasi 1080x1920px <ul style="list-style-type: none"> <li>C# penkodan</li> </ul> </li> </ul>
AntaraMuka Grafik pengguna Elemen di dalam aplikasi	Menu utama, Topik, Kuiz, Info Video, Animasi, Realiti terimbuh

### 3.2 Fasa Menganalisis Struktur

Pada fasa ini, dua sub komponen yang dianalisis adalah navigasi dan objek yang digunakan seperti yang dirancang. Senarai semak struktur kandungan seperti yang ditunjukkan di dalam Jadual 3 ini dihasilkan selama aktiviti berjalan berdasarkan penciptaan idea aplikasi dan perbincangan antara pembangun.

**Jadual 3: Isi kandungan struktur aplikasi**

Bahan	Penerangan
Rekabentuk Lapisan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lapisan 2: Isi kandungan aplikasi</li> <li>Lapisan 1: Gambar latar belakang</li> </ul>
RekaBentuk Kerangka	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kerangka 1: Menu utama</li> <li>Kerangka 2: Topik Struktur Data</li> <li>Kerangka 3: Kuiz</li> <li>Kerangka 4: Info Pembangun</li> </ul>
Navigasi dan Menu Aplikasi	Menu Utama: <ul style="list-style-type: none"> <li>Topik Linked List</li> <li>Topik Pointer</li> </ul>
Perletakan Video Papan Cerita	Terdapat Perletakkan video di dalam aplikasi Terdapat papan cerita untuk menunjukkan aliran aplikasi

Selain itu, terdapat analisa keperluan pengguna seperti yang ditunjukkan di dalam jadual 4 yang perlu diambil bagi membangunkan aplikasi pembelajaran Struktur Data ini. Pengguna sasaran bagi aplikasi pembelajaran Struktur data ini adalah pelajar daripada Fakulti Sains Komputer dan teknologi Maklumat di Universiti Tun Hussein Onn Malaysia yang ingin mempelajari pelajaran Struktur Data dengan lebih berkesan.

**Jadual 4: Keperluan pengguna**

Bilangan	Keperluan Pengguna
1	Pengguna boleh daftar data peribadi diri di dalam aplikasi pembelajaran
2	Pengguna boleh log masuk menggunakan data peribadi ke dalam aplikasi pembelajaran
3	Pengguna boleh ke halaman utama yang mengandungi beberapa modul pembelajaran
4	Pengguna boleh ke halaman topik iaitu topik Linked List dan Pointer
5	Pengguna boleh ke halaman kuiz untuk menguji tahap pemahaman mereka
6	Pengguna boleh melihat tahap pencapaian kuiz di dalam aplikasi pembelajaran
7	Pengguna boleh log keluar daripada aplikasi pembelajaran

Selepas itu, terdapat analisa keperluan berfungsi seperti yang ditunjukkan pada jadual 5 yang perlu diambil bagi membangunkan aplikasi ini. Keperluan berfungsi untuk aplikasi pembelajaran ini adalah mengenai apa yang harus dilakukan oleh aplikasi untuk pengguna aplikasi tersebut.

**Jadual 5: Keperluan berfungsi**

Bilangan	Modul	Keperluan Berfungsi
1	Modul Pengurusan pengguna	Pengurusan modul pengguna menggunakan daftar, log masuk dan log keluar data peribadi pengguna.
2	Modul Pembelajaran	Modul pembelajaran membenarkan pengguna untuk belajar melalui rekabentuk infografik.
3	Modul Pemahaman	Membenarkan pengguna untuk menjawab kuiz di aplikasi pembelajaran Struktur Data.
4	Modul penilaian	Membenarkan pengguna untuk melihat penilaian daripada kuiz yang disimpan

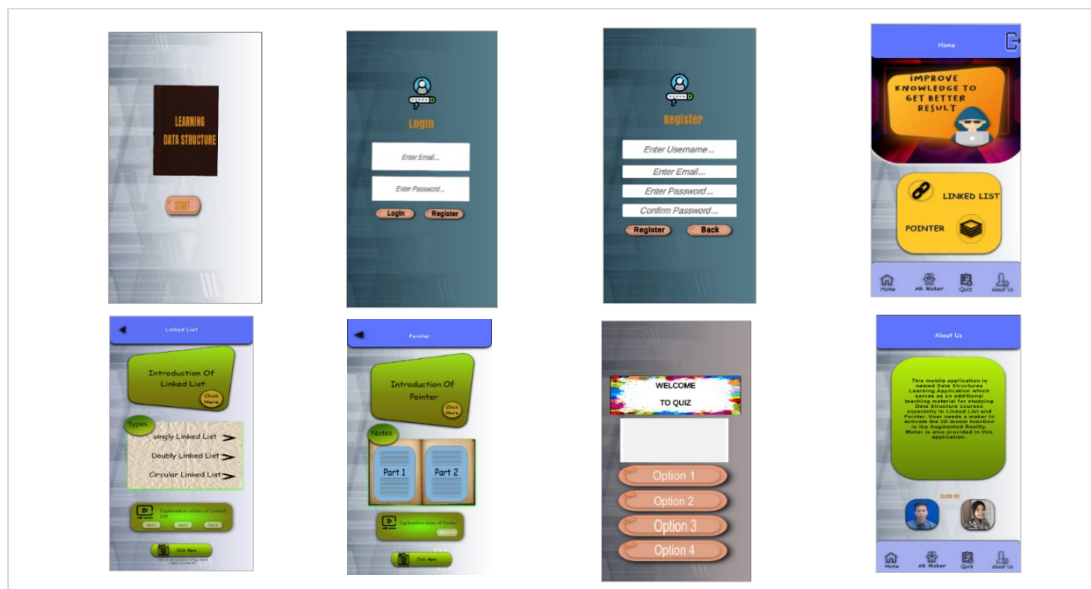
Di samping itu, terdapat juga analisa keperluan tidak berfungsi yang akan ditunjukkan pada jadual 6 di mana keperluan tidak berfungsi ini adalah keperluan yang menitikberatkan pada ciri-ciri aplikasi yang akan diambil kira untuk fungsi aplikasi.

**Jadual 6: Keperluan tidak berfungsi**

Bilangan	Keperluan	Penerangan
1	Keperluan keselamatan	Aplikasi Pembelajaran Struktur Data ini dapat menjaga maklumat privasi pengguna yang menggunakannya
2	Pelaksanaan Keperluan	Aplikasi pembelajaran Struktur Data dapat menampilkan modul dan juga fungsinya

### 3.3 Fasa Rekabentuk Aplikasi

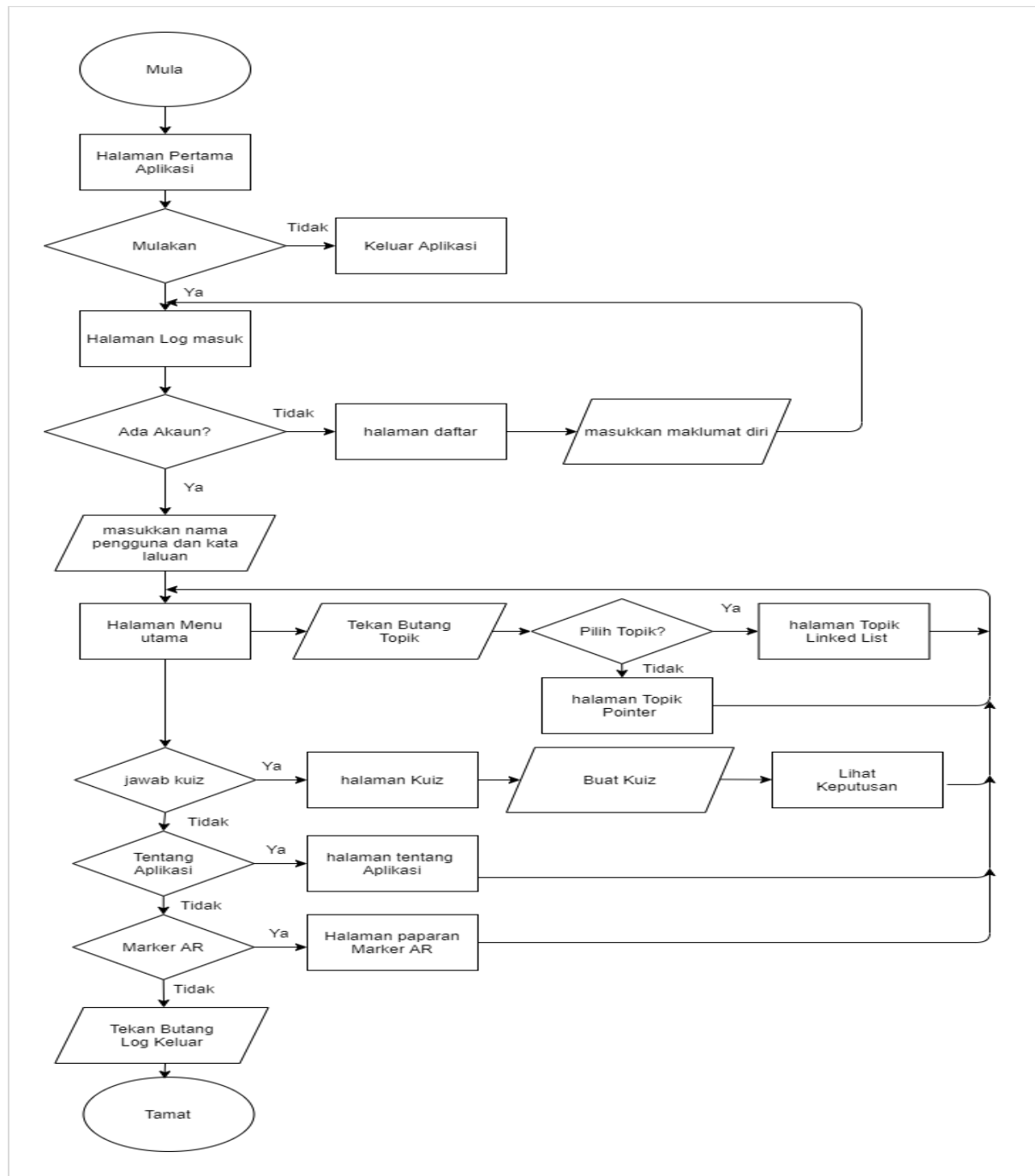
Objektif pertama bagi rekabentuk aplikasi adalah untuk menyiapkan semua item yang dicadangkan. Proses ini terdiri daripada dua sub komponen objek rekabentuk dan menulis prototaip fungsi tunggal skrip. Prototaip pertama selesai pada akhir proses ini. Prototaip tersebut lengkap dari segi grafik dan rekabentuk objek. Halaman pertama adalah halaman pertama aplikasi di mana pengguna boleh memilih untuk memulakan ataupun keluar aplikasi.



**Rajah 2: AntaraMuka aplikasi**

Rekabentuk aplikasi ini menerangkan sistem aplikasi menerusi carta alir seperti yang akan ditunjukkan pada rajah 3. Aplikasi ini dimulai dengan halaman pertama aplikasi yang mempunyai pilihan sama ada keluar aplikasi atau ke halaman log masuk. Apabila pengguna tidak ada akaun, pengguna perlu pergi ke halaman daftar untuk memasukkan maklumat diri ke dalam aplikasi ini.

Seterusnya, di halaman log masuk pengguna perlu memasukkan nama pengguna dan kata laluan untuk masuk ke dalam halaman menu utama. Setelah Berjaya, pengguna akan ke halaman utama. Di halaman utama terdapat beberapa pilihan yang perlu pengguna pilih seperti pilih topik, jawab kuiz, tentang aplikasi dan marker AR. Setelah pengguna pilih, mereka akan ke halaman aplikasi yang dipilih. Apabila selesai, pengguna boleh menekan butang log keluar untuk keluar daripada aplikasi.



Rajah 3: Carta alir rekabentuk aplikasi

### 3.4 Fasa Mengintegrasikan Fungsi Prototaip

Fungsi prototaip diintegrasikan di dalam perisian Unity versi 2019.4.13f. Proses pengintegrasian dijalankan dengan menggunakan C# pengkodan. Segala animasi yang dijalankan di dalam aplikasi diintegrasikan menggunakan C# pengkodan. Pusat penyimpanan data pengguna telah disimpan di

pangkalan data Firebase. Setelah itu, Animasi yang dijalankan di dalam realiti terimbu juga menggunakan C# pengkodan. Aplikasi pembelajaran struktur data telah dibangunkan menggunakan *Visual Studio IDE*. Setelah proses pengintegrasian selesai, aplikasi akan dibangunkan di dalam android platform dan akan diuji oleh pengguna.

```

1 private IEnumerator Login(string _email, string _password)
2 {
3     //Call the Firebase auth signin function passing the email and password
4     var LoginTask = auth.SignInWithEmailAndPasswordAsync(_email, _password);
5     //Wait until the task completes
6     yield return new WaitUntil(predicate: () => LoginTask.IsCompleted);
7
8     if (LoginTask.Exception != null)
9     {
10        //If there are errors handle them
11        Debug.LogWarning(message: $"Failed to register task with {LoginTask.Exception}");
12        FirebaseException firebaseEx = LoginTask.Exception.GetBaseException() as FirebaseException;
13        AuthError errorCode = (AuthError)firebaseEx.ErrorCode;
14
15        string message = "Login Failed!";
16        switch (errorCode)
17        {
18            {
19                case AuthError.MissingEmail:
20                    message = "Missing Email";
21                    break;
22                case AuthError.MissingPassword:
23                    message = "Missing Password";
24                    break;
25                case AuthError.WrongPassword:
26                    message = "Wrong Password";
27                    break;
28                case AuthError.InvalidEmail:
29                    message = "Invalid Email";
30                    break;
31                case AuthError.UserNotFound:
32                    message = "Account does not exist";
33                    break;
34            }
35        }
36    }
37 }

```

**Rajah 4: Segmen pengkodan untuk pengesahan dan pendaftaran**

```

38     }
39     warningLoginText.text = message;
40 }
41 else
42 {
43     //User is now logged in
44     //Now get the result
45     SceneManager.LoadScene("MainMenu");
46     User = LoginTask.Result;
47     Debug.LogFormat("User signed in successfully: {0} ({1})", User.DisplayName, User.Email);
48     warningLoginText.text = "";
49     confirmLoginText.text = "Logged In";
50 }
51 }
52
53 private IEnumerator Register(string _email, string _password, string _username)
54 {
55     if (_username == "")
56     {
57         //If the username field is blank show a warning
58         warningRegisterText.text = "Missing Username";
59     }
60     else if (passwordRegisterField.text != passwordRegisterVerifyField.text)
61     {
62         //If the password does not match show a warning
63         warningRegisterText.text = "Password Does Not Match!";
64     }
65     else
66     {
67         //Call the Firebase auth signin function passing the email and password
68         var RegisterTask = auth.CreateUserWithEmailAndPasswordAsync(_email, _password);
69         //Wait until the task completes
70         yield return new WaitUntil(predicate: () => RegisterTask.IsCompleted);
71
72         if (RegisterTask.Exception != null)
73         {
74             //If there are errors handle them
75             Debug.LogWarning(message: $"Failed to register task with {RegisterTask.Exception}");
76             FirebaseException firebaseEx = RegisterTask.Exception.GetBaseException() as FirebaseException;
77             AuthError errorCode = (AuthError)firebaseEx.ErrorCode;
78         }
79     }
80 }

```

**Rajah 5: Segmen pengkodan untuk pengesahan dan pendaftaran**



```

string message = "Register Failed!";
switch (errorCode)
{
    case AuthError.MissingEmail:
        message = "Missing Email";
        break;
    case AuthError.MissingPassword:
        message = "Missing Password";
        break;
    case AuthError.WeakPassword:
        message = "Weak Password";
        break;
    case AuthError.EmailAlreadyInUse:
        message = "Email Already In Use";
        break;
}
warningRegisterText.text = message;
}
else
{
    //User has now been created
    //Now get the result
    User = RegisterTask.Result;

    if (User != null)
    {
        //Create a user profile and set the username
        UserProfile profile = new UserProfile(DisplayName = _username);

        //Call the Firebase auth update user profile function passing the profile with the username
        var ProfileTask = User.UpdateUserProfileAsync(profile);
        //Wait until the task completes
        yield return new WaitUntil(predicate: () => ProfileTask.IsCompleted);

        if (ProfileTask.Exception != null)
        {
            //If there are errors handle them
            Debug.LogWarning(message: $"Failed to register task with {ProfileTask.Exception}");
            FirebaseException firebaseEx = ProfileTask.Exception.GetBaseException() as FirebaseException;
            AuthError errorCode = (AuthError)firebaseEx.ErrorCode;
            warningRegisterText.text = "Username Set Failed!";
        }
    }
}
}

```

Rajah 6: Segmen pengkodan untuk pengesahan dan pendaftaran semula

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class satu : MonoBehaviour
{
    public GameObject head;
    public GameObject body;
    public GameObject text2;
    public GameObject nulltext;

    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
        head.SetActive(false);
        body.SetActive(false);
        text2.SetActive(false);
        nulltext.SetActive(false);
    }

    public void PressedFirstButton()
    {
        head.SetActive(true);
        nulltext.SetActive(true);
        Debug.Log("Button Pressed");
    }

    public void PressedSecondButton()
    {
        body.SetActive(true);
    }

    public void PressedThirdButton()
    {
        text2.SetActive(true);
    }
}

```

Rajah 7: Segmen pengkodan untuk animasi AR

### 3.5 Fasa Uji Aplikasi

Aplikasi diuji setelah selesai setiap skrip fungsi. Setelah aplikasi selesai 100%. Aplikasi ini akan diuji oleh pelajar tahun 2 sem 1 di FSKTM. Penambahbaikan akan dilakukan di dalam aplikasi sekiranya terdapat maklum balas pengguna setelah mereka menggunakannya. Sekiranya aplikasi telah ditambahbaik, aplikasi akan sedia untuk digunakan oleh pelajar.

Pengujian Alpha dilakukan sepanjang proses pembangunan sehingga projek selesai untuk menguji keberkesanan dan fungsi aplikasi. Perkara yang diuji semasa ujian alfa adalah fungsi setiap halaman

aplikasi. Setelah sebarang kesalahan dikesan semasa pengujian, penambahbaikan akan dilakukan untuk memastikan bahawa setiap halaman aplikasi dapat berfungsi dengan baik seperti yang dirancang.

**Jadual 7: Keputusan ujian alfa**

Pengujian butang	Hasil yang Diharapkan	Hasil Sebenar	Tindakan Pembetulan
Modul pendaftaran	Pengguna boleh membuat pendaftaran dengan memasukkan maklumat diri	Maklumat pengguna akan disimpan di dalam pangkalan data, seterusnya akan ke halaman log masuk.	Tiada
Modul log masuk	Pengguna boleh log masuk aplikasi setelah memasukkan maklumat dengan betul	Mesej “ <i>Login Successful</i> ” akan terpapar, pengguna boleh ke halaman menu utama aplikasi.	Tiada
Halaman menu utama	Pengguna boleh ke halaman utama aplikasi untuk memilih menu pilihan	Pengguna boleh klik setiap fungsi butang di halaman menu utama.	Tiada
Halaman topik Linked List	Pengguna boleh ke halaman pembelajaran Linked List yang mengandungi elemen multimedia di dalamnya seperti video, animasi dan realiti terimbuh diterapkan	Pengguna boleh klik setiap fungsi butang seperti video, realiti terimbuh dan animasi yang terdapat di dalam halaman topik ini.	Tiada
Halaman topik Pointer	Pengguna boleh ke halaman pembelajaran Linked List yang mengandungi elemen multimedia di dalamnya seperti video, animasi dan realiti terimbuh diterapkan	Pengguna boleh klik setiap fungsi butang seperti video, realiti terimbuh dan animasi yang terdapat di dalam halaman topik ini.	Tiada
Halaman kuiz	Pengguna akan menjawab kuiz yang terdapat dalam aplikasi	Pengguna boleh menjawab kuiz, markah akan terpapar setelah kuiz dijawab	Tiada
Halaman tentang aplikasi	Pengguna boleh melihat sumber aplikasi ini dihasilkan	Pengguna boleh melihat maklumat pembangun aplikasi	Tiada

Akhirnya, pengujian beta akan dilakukan di mana pengujian ini akan dilakukan berdasarkan penerimaan pengguna. Pengguna yang akan menguji aplikasi pembelajaran ini adalah pelajar tahun dua dan tiga di Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat di UTHM dan pengujian ini akan dibincangkan (Lihat Seksyen 4).

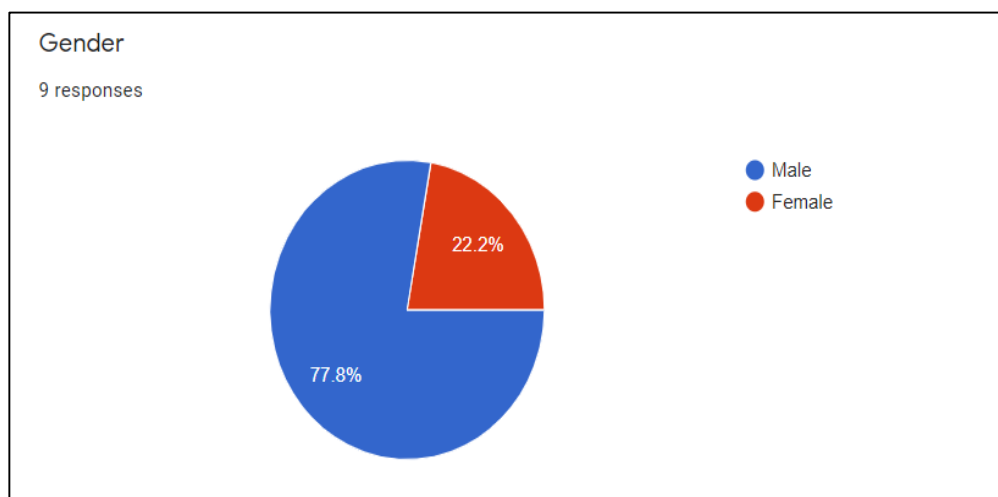
#### 4. Keputusan dan Perbincangan

##### 4.1 Pengujian Penerimaan Pengguna

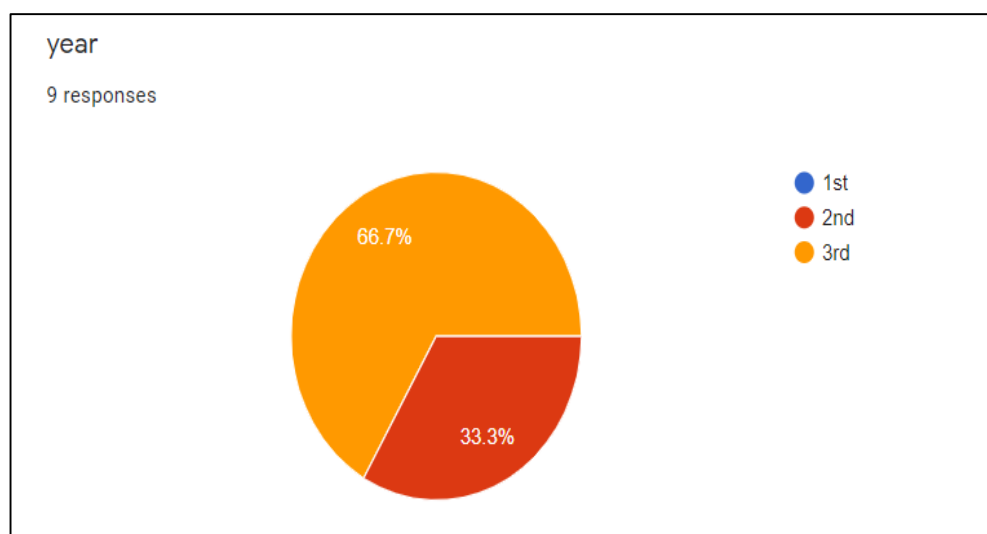
Setelah selesai melaksanakan aplikasi, ujian penerimaan pengguna telah dilakukan. Dalam ujian ini, Aplikasi pembelajaran struktur data diuji oleh sekumpulan pengguna. Pengguna terdiri daripada

pelajar Universiti Tun Hussein Onn Malaysia. Setiap pengguna dikehendaki untuk menilai dengan memberikan jawapan mereka dengan menjawab soal selidik penerimaan pengguna yang disediakan di borang Google. Penilaian ini berdasarkan pada antaramuka aplikasi dan ciri aplikasi. Hasil tindak balas kemudian diubah menjadi pandangan yang lebih jelas dengan meringkaskannya menjadi carta palang.

Rajah 8 dan Rajah 9 menunjukkan maklumat peribadi pengguna di mana Rajah 8 menanyakan tentang jantina pengguna manakala Rajah 9 menanyakan tentang tahun pengajian pengguna di Universiti Tun Hussein Onn Malaysia. Maklumat peribadi pengguna bagi tahun pengajian adalah sangat penting kerana ianya adalah salah satu objektif bagi penghasilan projek pembelajaran Struktur Data ini.

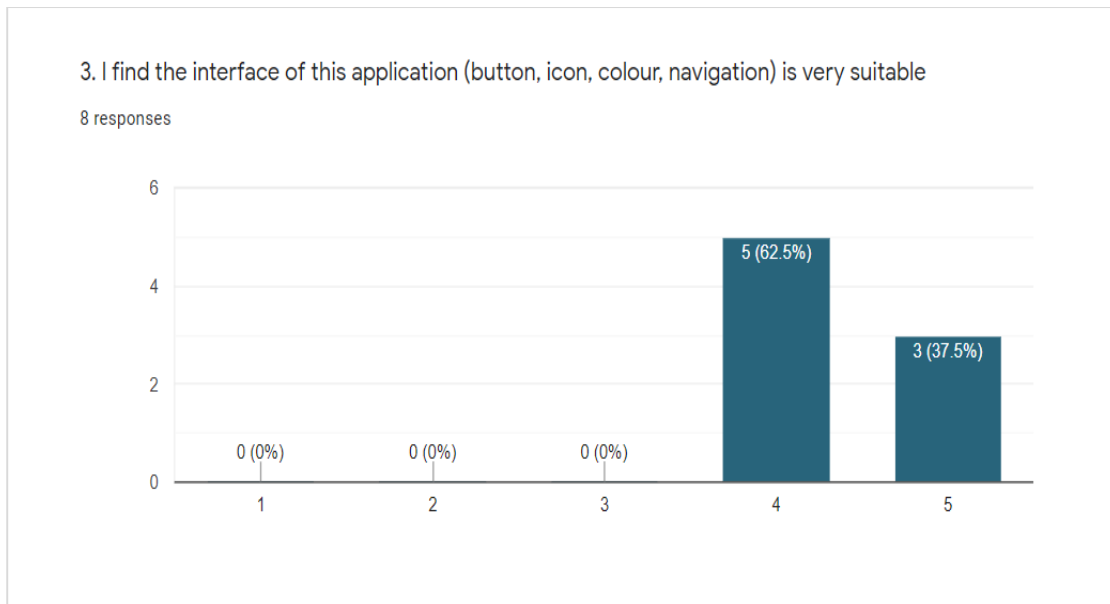


**Rajah 8: Keputusan jantina pengguna**



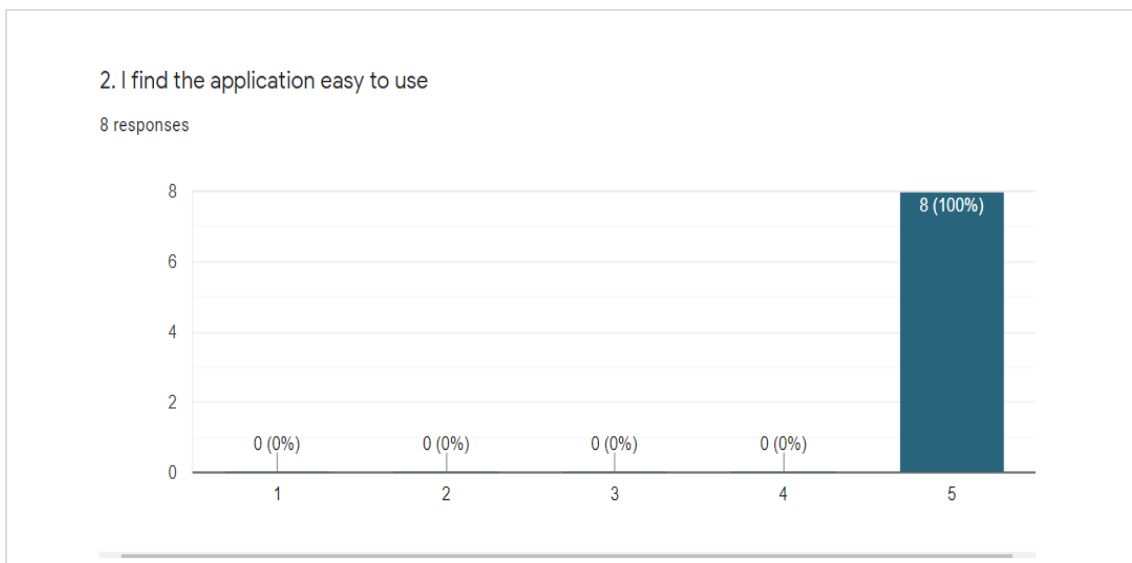
**Rajah 9: Keputusan tahun pengajian pengguna**

Rajah 10 menunjukkan carta palang mengenai hasil penilaian antaramuka bagi aplikasi pembelajaran Struktur Data. Soalan yang diajukan adalah mengenai butang, ikon, warna dan navigasi aplikasi. Ia terdiri daripada lima tahap keupasan pengguna iaitu pada tahap pertama “sama sekali tidak setuju” dan tahap kelima “sangat bersetuju”. Secara keseluruhan, pengguna menyukai antara muka yang terdapat di dalam aplikasi ini.

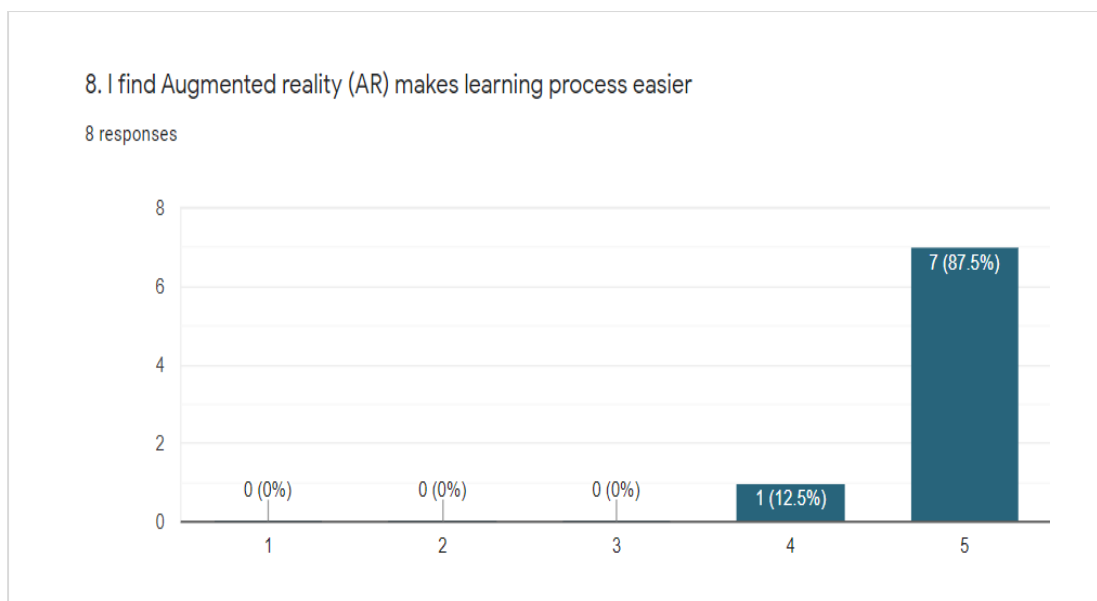


**Rajah 10: Keputusan daripada antaramuka aplikasi**

Rajah 11 dan Rajah 12 menunjukkan carta palang mengenai hasil penilaian kepuasan pengguna terhadap aplikasi. Soalan yang diajukan adalah mengenai ciri-ciri aplikasi dimana adakah pengguna mudah untuk menggunakan aplikasi ini dan adakah mudah bagi pengguna untuk menggunakan realiti terimbuh yang terdapat di dalam aplikasi ini. Ia terdiri daripada lima tahap kepuasan pengguna iaitu pada tahap pertama “sama sekali tidak setuju” dan tahap kelima “sangat bersetuju”. Secara keseluruhannya, pengguna setuju bahawa aplikasi ini adalah mudah untuk digunakan sama ada informasi di dalam aplikasi dan juga realiti terimbuh yang terdapat di dalam aplikasi.



**Rajah 11: Keputusan kepuasan pengguna dalam menggunakan aplikasi**



**Rajah 12: Keputusan daripada pengguna terhadap penggunaan realiti terimbuh**

## 5. Kesimpulan

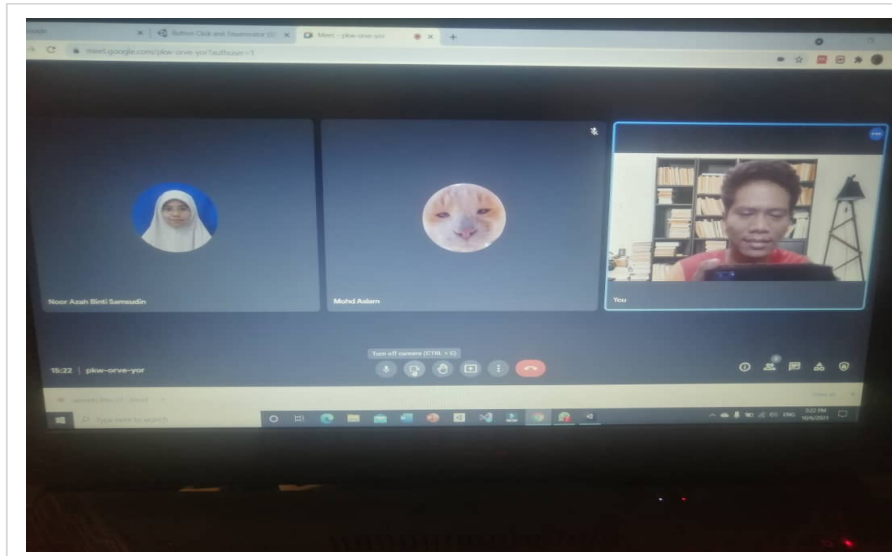
Kesimpulannya, aplikasi pembelajaran struktur data ini telah siap dikembangkan. Beberapa kelebihan, Batasan dan peningkatan masa depan telah dikenal pasti. Kelebihan aplikasi ini adalah pengguna dapat mempelajari pembelajaran data struktur berdasarkan elemen multimedia seperti video yang lebih sistematik, realiti terimbuh yang menunjukkan cara-cara *Linked List* dan *Pointer* berjalan beserta dengan penerangan. Hal ini akan dapat memudahkan pengguna atau pelajar mempelajari topik ini dengan lebih berkesan pada masa akan datang. Terdapat juga kelemahan aplikasi seperti tidak dapat dibangunkan di dalam platform IOS. Selain itu, pemarkahan kuiz di dalam aplikasi ini tidak disimpan di dalam pangkalan data dan aplikasi ini juga kurang subtopik pembelajaran yang terdapat di dalam aplikasi ini.

Secara ringkasnya, Aplikasi pembelajaran Struktur Data berasaskan Android ini telah dibangunkan dengan baik dan memenuhi semua objektif yang telah ditetapkan pada fasa perancangan aplikasi sebelumnya. Aplikasi ini juga memudahkan pelajar untuk mempelajari struktur data dengan lebih berkesan dari sebelumnya. Penghasilan projek ini diharapkan dapat menyumbang manfaat dan faedah kepada pengguna dan akan diperbaiki dari semasa ke semasa. Beberapa Langkah penambahbaikan haruslah dititikberatkan supaya aplikasi ini dapat berkembang selaras dengan permintaan pengguna.

## Penghargaan

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

## Appendix A



**Rajah 13: Pertemuan bersama SME untuk menguji aplikasi pembelajaran struktur data**

## Rujukan

- [1] “KOMPONEN” [Online]. Available: <https://hezrulakram.weebly.com/komponen.html> (Accessed Jul. 12, 2021).
- [2] B. Patrao, L. Cruz, and N. Goncalves, “An augmented reality application using graphic code markers,” Proc. - 2018 IEEE Int. Conf. Artif. Intell. Virtual Reality, AIVR 2018, pp. 193–194, 2019, doi: 10.1109/AIVR.2018.00044.
- [3] S. Tsunezaki, et al., “Reproducing Material Appearance of Real Objects Using Mobile Augmented Reality,” IEEE , pp. 196–197, 2018, doi: 10.1109/ISMAR-Adjunct.2018.00065.
- [4] A. L. Kaczmarek, “Stereo camera upgraded to equal baseline multiple camera set (EBMCS),” IEEE, vol. 2017-June, pp. 1–4, 2018, doi: 10.1109/3DTV.2017.8280416.
- [5] J. U. OH Alliance, “SOS in Computer Science and Applications ,”. [Online]. Available: [http://www.jiwaji.edu/pdf/ecourse/computer\\_sci\\_app/MBAIV\\_402E3\\_ANDROID\\_INTRODUCTION.pdf](http://www.jiwaji.edu/pdf/ecourse/computer_sci_app/MBAIV_402E3_ANDROID_INTRODUCTION.pdf). [Accessed: Nov. 16, 2020]
- [6] K. Kusu, I. Kume, and K. Hatano, “A Trace Partitioning Approach for Memory Efficiency on a Trace Analysis Environment,” IEEE, pp. 133–140, 2017, doi: 10.1109/ACIT-CSII-BCD.2016.036.
- [7] “Cara Kerja - Assemblr EDU | AR untuk ruang kelas.” [Online]. Available: <https://id.edu.assemblrworld.com/how-it-works> [Accessed Jul. 12, 2021].
- [8] “SnapLearn-AR Books & VR Worlds 2.47.0 Muat turun APK Android | Aptoide.” <https://snaplearn.my.aptoide.com/app> [Accessed Jul. 12, 2021].
- [9] “360ed’s Elements AR - Aplikasi di Google Play.” [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.threesixtyed.elements&hl=in> [Accessed Jul. 12, 2021].
- [10] W. Sazli, et al., “MULTIMEDIA MOBILE CONTENT DEVELOPMENT FRAMEWORK AND METHODOLOGY FOR DEVELOPING M-LEARNING APPLICATIONS,” JTET, 2016.