

APLIKASI AUGMENTASI REALITI INTERAKTIF UNTUK REKA BENTUK DAPUR

LEOW JIA YIH
LAM MENG CHUN

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia

ABSTRAK

Augmentasi Realiti (AR) adalah pengalaman interaktif dalam persekitaran dunia sebenar dimana objek yang berada di dunia nyata "ditambah" oleh maklumat persepsi genetik komputer. Augmentasi Realiti adalah teknologi yang menarik dan bermanfaat dalam tugas reka bentuk seperti reka bentuk dalaman. Sebelum teknologi augmented realiti berasaskan tanpa penanda, pengguna menghadapi beberapa masalah tentang reka bentuk dalaman. Dengan batasan imaginasi manusia, sukar bagi sesiapa sahaja untuk memvisualisasikan bagaimana kabinet akan menyelaraskan di ruang dapur sebenar sebelum dihias. Seterusnya, perabot dapur adalah susah untuk meletak di dalam bilik untuk melihat sama ada ia adalah sesuai kerana ia adalah rumit. Selain itu, membeli perabot dapur tanpa mana-mana rujukan reka bentuk akan menyebabkan risiko produk kembali. Objektif projek ini adalah membangunkan aplikasi mudah alih augmentasi realiti kesedaran ruangan dalam reka bentuk perabot dapur dan menguji aplikasi mudah alih augmentasi realiti kesedaran ruangan yang telah dibangunkan dengan pengguna. Dalam pembangunan ini, model proses yang digunakan adalah model ADDIE. Dalam model ini, terdapat lima fasa iaitu analisis (Analysis), reka bentuk (Design), pembangunan (Development), pelaksanaan (Implementation), dan penilaian (Evaluation). Aplikasi ini dapat menggunakan teknologi kesedaran spasial (peranti ARCore) untuk mengesan lantai dan menjadikan model 3D di atasnya. Platform yang akan digunakan untuk pembangunan aplikasi adalah GoogleARCore. Ciri penting lain termasuk memindahkan model 3D, mengubah ciri model 3D seperti warna atau tekstur dan fungsi lain yang boleh menyokong tugas reka bentuk. Perisian yang terlibat dalam membangunkan aplikasi itu adalah Unity. Bahasa pengaturcaraan yang digunakan akan menjadi C#. Pada langkah terakhir pembangun, pengujian ke atas aplikasi dilakukan bagi memastikan keperluan pengguna tercapai dan aplikasi ini berfungsi seperti apa yang dijangka.

1 PENGENALAN

Augmentasi Realiti adalah teknologi baru yang melibatkan menampilkan komputer grafik kepada dunia sebenar. Bersama-sama dengan perkembangan teknologi digital dramatik, teknik maklumat secara maya yang juga diperlukan untuk projek-projek seni bina. Oleh itu, augmentasi realiti menawarkan banyak kelebihan untuk rekabentuk senibina digital dan bidang pembinaan. AR juga sedang dipertimbangkan sebagai pendekatan reka bentuk bagi reka bentuk dalaman. Dalam persekitaran AR, perabot maya boleh dipaparkan dan diubahsuai dalam masa nyata pada skrin, bagi pengguna untuk mempunyai pengalaman interaktif dengan perabot maya dalam persekitaran dunia sebenar.

Persekitaran AR dieksplotasi sebagai persekitaran kerja yang baru untuk arkitek dalam kerja-kerja reka bentuk seni bina, dan kemudian mereka boleh melakukan perbincangan kerja yang berkaitan dengan AR dengan mudah. Akhir sekali, kajian ini mencadangkan satu kaedah untuk mengaplikasikan teknologi AR untuk kerja-kerja hiasan dalaman, di mana pengguna boleh melihat perabot maya dan berkomunikasi data perabot maya 3D menggunakan antara muka pengguna yang dinamik dan fleksibel. Hasilnya, pengguna boleh melihat dunia nyata yang diperkukuhkan dengan benda-benda maya dan boleh berinteraksi dengan mereka.

Reka bentuk dalaman telah mendapat banyak perhatian kalangan pengguna untuk membina sebuah dapur yang memudahkan dan selesa. Apabila datang ke augmentasi realiti yang berasaskan penanda-kurang, pengesanan adalah subjek kajian amat penting dalam konteks augmentasi realiti masa nyata. Menjejaki objek dalam jumlah dengan untuk mengira menimbulkan antara kamera dan benda-benda. Ia membolehkan perabot maya untuk menampilkan ke tempat kejadian sebenar yang menggunakan menimbulkan itu. Oleh itu, pengguna boleh melihat hasil reka bentuk dapur sama ada hasil reka bentuk boleh sesuai dengan keadaan sebenar dapur. Pengguna juga boleh memilih tekstur (warna, bahan-bahan) yang mereka suka dan digunakan pada perabot. Ia membantu

pengguna untuk menggambarkan bagaimana sebuah perabot tertentu akan melihat di dalam bilik sebelum ia dihiasi. Interaksi dengan alam augmentasi realiti memainkan peranan penting dalam aplikasi jenis pengurangan ini. Ia boleh menjejaskan prestasi dan pengguna pilihan seperti untuk menghalang pengguna jika interaksi adalah terlalu rumit

2 PENYATAAN MASALAH

Terdapat beberapa masalah yang dihadapi oleh pengguna. Sebelum manusia tidak maju dalam teknologi augmentasi realiti berasaskan tanpa penanda, manusia menggunakan lukisan atau papan fizikal untuk reka bentuk dalaman. Sesetengah syarikat reka bentuk dapur menggunakan papan fizikal untuk menunjukkan reka bentuk kasar dengan menyusun blok fizikal ke dalam susun atur dapur kosong. Walau bagaimanapun, dengan batasan imaginasi manusia, sukar bagi sesiapa sahaja untuk memvisualisasikan bagaimana kabinet akan diselaras di ruang dapur sebenar sebelum dihias.

Sementara itu, untuk menyusun perabot dapur di tempat yang sesuai adalah sukar dan rumit. Hal ini akan membazirkan masa. Selain itu, ramai pembeli membeli perabot dapur tanpa mana-mana rujukan reka bentuk, pembeli mungkin boleh memulangkan produk, kerana kabinet tidak boleh dimuatkan di ruang dapur atau mereka berasa tidak puas hati terhadap reka bentuknya. Ia akan menyebabkan risiko produk kembali.

3 OBJEKTIF

Dalam kajian ini, terdapat beberapa objektif akan tercapai seperti berikut:

- i) Membangunkan aplikasi mudah alih augmentasi realiti kesedaran ruangan dalam reka bentuk perabot dapur.
- ii) Mengujikan aplikasi mudah alih augmentasi realiti kesedaran ruangan yang telah dibangunkan dengan pengguna.

4 KAJIAN KESUSASTERAAN

4.1 Augmentasi Realiti

Augmentasi Realiti adalah interaksi grafik dan audio id persekitaran dunia nyata. Ia adalah teknologi di mana persepsi pengguna terhadap dunia nyata dipertingkatkan dengan maklumat maya tambahan (Tom Caudell 2017). Penambahan visual ini termasuk label, model-model tiga dimensi yang diberikan dengan perubahan pembayangan dan pencahayaan. AR membenarkan pengguna untuk bekerja dan memeriksa dengan dunia fizikal, semasa menerima maklumat tambahan tentang bendabenda di dalamnya melalui paparan (Genc et al. 2002). Augmentasi realiti boleh ditakrifkan berdasarkan tiga ciri-ciri (van Krevelen et al. 2010):

- i) Objek gabungan adalah nyata dan maya objek dalam persekitaran sebenar
- ii) Objek-objek yang nyata dan maya disenaraikan bersama-sama.
- iii) Dilancarkan saling bertindak dalam bentuk 3D dan dalam masa yang sebenar

Dalam sistem AR, gambaran pengguna tentang senario sebenar adalah diperkukuhkan dengan grafik. Grafik yang dijana dari model geometri objek maya dan objek nyata dalam alam sekitar. Untuk menyelaraskan grafik dan tempat kejadian dengan betul, ciri-ciri optik yang nyata dan kamera mestilah sama.

Proses anggaran (maya atau sebenar), di mana beberapa penyelarasan lokasi objek maya dan nyata berlaku, adalah bahagian yang paling penting untuk sistem AR. Proses anggaran ini biasanya dipanggil penjejakan. Banyak kaedah penjejakan yang berbeza disediakan untuk kajian penjejakan sistem realiti diperkukuhkan. Secara umumnya, sistem penjejakan termasuk mekanikal, magnetik, ultrasound, inersia, berasaskan visi, dan sistem hibrid yang cuba untuk menggabungkan kelebihan teknologi dua atau lebih. Dengan kewujudan pemproses yang

kuat dan cepat, bingkai berasaskan penglihatan menjadi pilihan utama berbanding dengan lain. Ia kerana kebanyakannya disebabkan oleh ketepatan serta fleksibiliti dan kemudahan penggunaannya.

Walaupun teknik-teknik penjejakan objek yang rumit wujud dalam penglihatan komputer menyediakan penjejakan objek cepat dan mantap dalam bentuk video. Tapi ia masih tidak praktikal untuk digunakan dalam anggaran. Penjejakan bukan penanda adalah lebih wajar digunakan dalam ciri-ciri tempat kejadian yang tidak berubah dalam masa. Sebagai contoh, panel kawalan telah menetapkan butang dan tombol yang kekal sepanjang hayatnya. Penggunaan penjejakan ini dapat memudahkan penyediaan senario untuk pembesaran adegan (Genc et al. 2002).

4.1.1 Augmentasi Realiti Berasaskan Penanda

Augmentasi realiti berasaskan penanda memerlukan penanda tertentu untuk mendaftarkan posisi objek maya 3D yang akan dipaparkan di persekitaran dunia sebenar. Kamera peranti mudah alih dan penanda merupakan peralatan asas aplikasi AR berasaskan penanda yang biasa digunakan. Dalam persekitaran pembangunan, setiap produk maya dikaitkan dengan petanda tertentu. Algoritma dalam SDK AR boleh mengekstrak ciri-ciri geometri daripada petanda tertentu dan sepadan dengan produk yang sama. Kemudian penanda ini berfungsi sebagai rujukan spatial untuk memaparkan produk sepadan pada skrin

4.1.2 Augmentasi Realiti Berasaskan Penanda

Dengan kemunculan kamera yang lebih baik dan sensor yang lebih tepat dalam peranti arus perdana yang akan datang, augmentasi realiti beralih daripada imej atau pengaktifan berasaskan kod QR kepada pengalaman AR berasaskan tanpa penanda. AR berasaskan tanpa penanda menggunakan sensor dalam peranti untuk mengesan persekitaran dunia nyata, seperti lokasi, dinding dan titik persilangan, yang membolehkan pengguna meletakkan objek maya ke dalam konteks sebenar tanpa perlu membaca imej.

AR berasaskan tanpa penanda adalah satu istilah yang digunakan untuk menunjukkan aplikasi AR yang tidak memerlukan apa-apa pengetahuan pra persekitaran pengguna untuk memaparkan objek 3D suatu tempat yang tetap dalam ruang. AR tanpa penanda menggunakan data posisi atau lokasi yang dihasilkan oleh peranti mudah alih, sistem kedudukan global (GPS) atau mana-mana bahagian dalam persekitaran sebenar untuk menentukan lokasi dan sasaran. Seterusnya, menjanakan dan memaparkan maklumat secara maya. Kebelakangan ini, kebanyakan AR jatuh di bawah kategori "AR berasaskan penanda", yang memerlukan pengguna untuk meletakkan "*tracker*" iaitu imej dikodkan dengan maklumat yang diterjemahkan oleh perisian yang kompleks untuk menghasilkan sebuah objek 3D. Penyelesaian AR berasaskan tanpa penanda termasuk pakej perkakasan baru seperti Google Tango (Bardi 2017). Google Tango adalah satu platform pengkomputeran augmentasi realiti yang dibangunkan oleh *Advanced Technology and Project (ATAP)*, satu jabatan Google. Platform ini menggunakan visi komputer untuk membolehkan peranti mudah alih untuk mengesan kedudukan mereka berbanding dengan persekitaran mereka tanpa menggunakan GPS (J. Lee, 2015). Pada Januari 2016, Google mengumumkan perkongsian dengan Lenovo untuk melepaskan telefon pintar untuk menampilkan teknologi Tango (Nick Statt 2016)

4.2 Perbandingan Antara Ar Berasaskan Penanda Dengan Ar Berasaskan Tanpa Penanda

Perbandingan	Aspek	AR berasaskan penanda	AR berasaskan tanpa penanda
Kaedah	Kedudukan relatif/posisi	Bergantung kepada penanda	Berdasarkan penyempatan dan giroskop
	<i>AR Software Development Kit (SDK)</i>	Selalu digunakan	Jarang digunakan

Kejituan Posisi	Tinggi/Rendah Faktor Pengaruh	Tinggi secara relative Kecerahan	Rendah secara relatif Teknologi penyetempatan
Stabiliti	Tinggi/Rendah	Rendah relatif	secara Tinggi secara relatif
# #	Faktor Pengaruh	Penanda SDK	dan Teknologi penyetempatan dan giroskop
Bantuan perkakasan	Komputer meja Peranti mudah alih	Dipasangkan Dipasangkan	Biasanya dipasangkan Dipasangkan
			tidak

Jadual 2.1: perbandingan antara AR berasaskan penanda dengan AR berasaskan tanpa penanda

Sumber: (Cheng et al. 2017)

4.3 Perbandingan Antara Aplikasi Sedia Ada

Hasil daripada kajian yang telah dilaksanakan mengenai aplikasi yang sedia ada, beberapa aspek penting telah diambil untuk membuat perbandingan. Melalui perbandingan ini, kekurangan dan kelemahan aplikasi sedia ada yang boleh digunakan sebagai panduan kepada pembinaan projek tersebut.

Jadual perbandingan antara 3 aplikasi sedia ada adalah seperti berikut:

Aspek	Augment	Roomle	IKEA place app
Fungsi	Membolehkan pengguna untuk menggambarkan produk mereka di 3D dalam persekitaran yang sebenar dan dalam masa sebenar melalui tablet atau telefon pintar	Memilih perabot daripada katalog dan konfigurasinya dengan mengikut keutamaan pengguna dan menunjukkan keputusan pemandangan 3D atau augmentasi realiti pada persekitaran yang sebenar.	Membenarkan pengguna untuk meletakkan perabot yang mereka suka dengan teknologi AR untuk melihat bagaimana kelihatannya sebelum membeli perabot.
Augmentasi Realiti	Ada	Ada	Ada

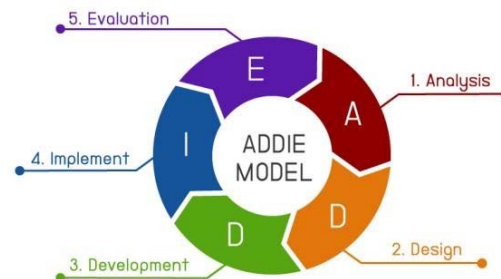
Teknologi yang digunakan	- Vuforia Augmented Reality SDK - OpenGL	- Wikitude SDK - Wikitude SLAM (Instant Tracking) - Wikitude plugin for Unity	- ARkit teknologi, Apple
Objek 2D	Tiada	Tiada	Tiada
Objek 3D	Ada	Ada	Ada
Interaksi dengan objek 3D	Ada	Ada	Ada
Sistem Operasi	Android, iOS	Android, iOS	Android, iOS
Interaksi	Ada	Ada	Ada
Penanda (Marker)	Tiada	Tiada	Tiada

Jadual 2.2: Perbandingan antara aplikasi sedia ada

5 METOD

Model proses yang sesuai untuk membangunkan aplikasi ini adalah model ADDIE. Model ADDIE adalah proses generik yang digunakan secara tradisional oleh pereka bentuk pengajaran dan pembangun latihan. Lima fasa iaitu analisis (*Analysis*), reka bentuk (*Design*), pembangunan (*Development*), pelaksanaan (*Implementation*), dan penilaian (*Evaluation*). Ia mewakili satu garis panduan yang dinamik, fleksibel untuk bangunan latihan berkesan dan prestasi alat sokongan. Manakala mungkin paling rekabentuk model, terdapat beberapa kelemahan kepada model ADDIE yang telah membawa kepada beberapa produk sampingan atau variasi. Rajah 1 menunjukkan model ADDIE

Ia adalah model reka bentuk sistem pengajaran (*Instructional Systems Design*). Kebanyakan model reka bentuk pengajaran semasa adalah produk sampingan atau variasi model ADDIE. Ini adalah idea untuk menerima maklum balas yang berterusan atau sumatif manakala bahan-bahan pengajaran dapat diwujudkan. Model ini cuba untuk menjimatkan masa dan wang.



Rajah 1: Model ADDIE

5.1 Fasa Analisis

Dalam fasa analisis, pernyataan masalah yang perlu dikenal pasti. Selain itu, pelbagai sistem sedia ada dan kajian akan dijalankan untuk rujukan. Projek ini bermula dengan menganalisis objektif dan mengenal pasti masalah untuk memahami apakah masalah yang dihadapi pengguna dalam reka bentuk dalaman. Salah satu penyelesaian untuk menyelesaikan masalah itu adalah memaparkan perabot maya ke tempat kejadian sebenar dengan menggunakan peranti tango untuk melihat hasil reka bentuk maya. Untuk melakukan ini, aplikasi *Android* dibangunkan berdasarkan augmentasi realiti berasaskan tanpa penanda.

5.2 Fasa Reka Bentuk

Dalam fasa reka bentuk, reka bentuk antara muka pengguna aplikasi dibangunkan. Berdasarkan objektif dan pernyataan masalah, fungsi-fungsi aplikasi dapat dikenal pasti dan dibangunkan, seperti memaparkan perabot maya ke tempat kejadian sebenar dan mengubahsuaikan tekstur atau warna perabot maya. Sementara itu, model 3D perabot dapur maya direka

5.3 Fasa Pembangunan

Dalam fasa pembangunan, pembangunan aplikasi akan dijalankan. Untuk membangunkan aplikasi, data dan keperluan perlu dikumpul dari fasa sebelumnya untuk memastikan semua proses dijalankan secara lancar. Perisian yang akan digunakan untuk pembangunan adalah Unity dan AR SDK. Untuk reka bentuk model 3D, 3Ds Max digunakan. Selain itu, peranti tango diperlukan untuk memaparkan objek maya.

5.4 Fasa Pelaksanaan

Dalam fasa ini, ujian awal bagi ciri-ciri utama aplikasi dijalankan dalam fasa ini. Ujian diperlukan untuk mengetahui masalah atau pepijat yang boleh didapati dari permohonan dan membetulkannya. Kestabilan aplikasi akan dilaksanakan dengan menggunakan telefon android yang berbeza dan menggunakan aplikasi yang dibangunkan.

5.5 Fasa Penilaian

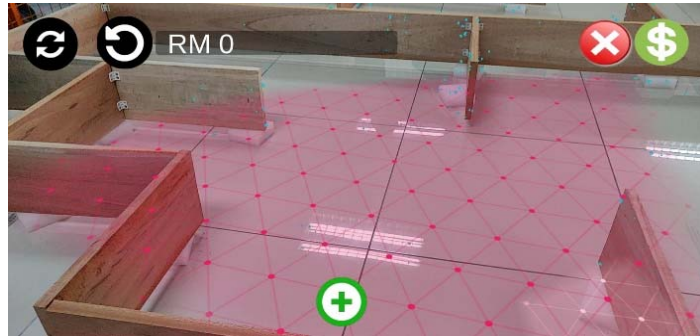
Pengujian aplikasi dijalankan dengan teliti dan terperinci dalam fasa ini. Ini termasuklah fungsi aplikasi, antaramuka, kesesuaian aplikasi dengan pengguna objektiviti dan interaksi dengan mainan ini. Beta ujian akan dilakukan untuk memastikan bahawa aplikasi sudah sedia berada dalam keadaan yang paling maju.

6 HASIL KAJIAN

Bahagian ini menerangkan hasil pembangunan aplikasi mudah alih kajian ini. Antaranya ialah antara mukanya, fungsinya dan skrip yang digunakan.

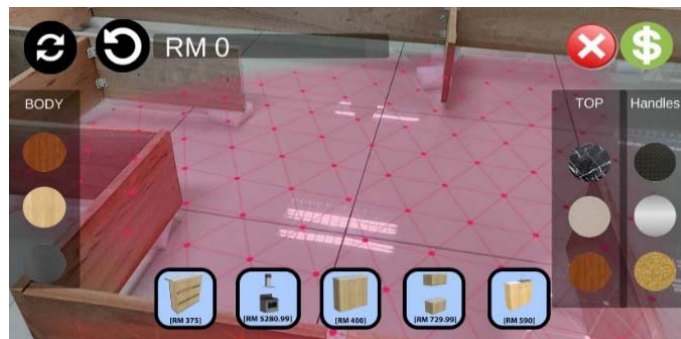
6.1 Antara Muka dan Fungsi

Antara muka merupakan satu komponen penting untuk interaksi antara pengguna dan aplikasi. Pembinaan antara muka yang baik akan memudahkan penggunaan aplikasi serta menjimatkan masa. Seterusnya, pembinaan awal antara muka aplikasi dapat memberi gambaran kepada pengguna bagaimana aplikasi ini kelihatan dan memudahkan pembangun untuk menghasilkan antara muka yang mudah difahami dan dikehendaki oleh pengguna. Rajah-rajah seterusnya merupakan antara muka awal yang direka bagi aplikasi KitchenAR.



Rajah 4.2: Permulaan antara muka Aplikasi KitchenAR

Rajah 4.2 menunjukkan antara muka yang pertama selepas menghidupkan aplikasi KitchenAR. Skrin akan menunjukkan pandangan kamera, dan mempunyai butang-butang iaitu (dari kiri) butang “Clear”, butang “Undo”, label jumlah harga, butang tutup, butang harga, dan butang pilihan (“Plus”) cabinet maya.



Rajah 4.3: Antara muka selepas klik butang pilihan cabinet maya

Selepas menekan butang “Plus”, di bawah skrin mempunyai lima butang untuk memilih model 3D untuk paparan. Oleh sebab mempunyai lima butang, maksudnya pengguna mempunyai lima pilihan untuk memaparkan kabinet maya seperti ditunjukkan dalam Rajah 4.3. Seterusnya, dalam antara muka mempunyai tiga panel iaitu panel *Body* (Badan kabinet), panel *Top* (meja atas kabinet), panel *Handles* (Pemegang pintu kabinet). Dalam setiap panel masing-masing mempunyai tiga butang iaitu butang untuk mengubah suai tekstur kabinet maya. Selain itu, di atas juga mempunyai satu panel yang akan menunjuk jumlah harga kabinet apabila kabinet maya dipaparkan. Terdapat tiga pilihan untuk mengubah suai tekstur kabinet dalam setiap panel masing-masing. Butang batal yang di atas kanan itu berfungsi untuk menutup semua label dan panel kecuali butang “Plus”. Pengguna boleh seret dan lepas model 3D itu di tempat yang mereka mahu letakkan dan hasilnya seperti ditunjukkan dalam Rajah 4.4.



Rajah 4.4: model 3D diletakkan di dalam pandangan selepas seret dan lepas

Rajah 4.4 menunjukkan butang tanda dan butang batal muncul selepas seret dan lepas. Pengguna boleh menukarkan tekturs bahagian kabinet maya dengan menekan butang dalam setiap panel masing-masing.

6.2 Skrip yang digunakan

Skrip merupakan kod yang penting dan diperlukan dalam sesebuah aplikasi yang membolehkan aplikasi tersebut menghasilkan fungsi utama dan berfungsi dengan lancar. Skrip utama dalam pembangunan aplikasi ini ialah skrip *AndyPlacementManipulator*. Skrip ini mengandungi kod yang memaparkan kabinet 3D apabila pengguna menyentuh tempat yang mereka mahu letakkan kabinet maya. Rajah 5.4 menunjukkan kod yang memaparkan kabinet 3D apabila pengguna menyentuh skrin. Seterusnya, dalam skrip ini juga mengandungi kod yang berfungsi untuk membolehkan pengguna memilih kabinet yang mereka minat. Rajah 5.5 menunjukkan kod yang berfungsi untuk membolehkan pengguna memilih kabinet. Selain itu, terdapat kod-kod yang penting adalah fungsi buat asal(*Undo*), fungsi padam semua kabinet(*Clear Scene*), dan fungsi jumlahkan harga kabinet(*CountPrice*). Ini adalah kaedah-kaedah yang akan digunakan dan untuk membina fungsi-fungsi tersebut. Rajah 5.6 menunjukkan kod yang berfungsi buat asal(*Undo*), padam semua kabinet(*Clear Scene*), dan jumlahkan harga kabinet(*CountPrice*).

```
// Raycast against the location the player touched to search for planes.
TrackableHit hit;
TrackableHitFlags raycastFilter = TrackableHitFlags.PlaneWithHitPolygon;

if (Frame.Raycast(gesture.StartPosition.x, gesture.StartPosition.y, raycastFilter, out hit))
{
    if (!IsPointerOverUIObject())
    {
        // Use hit pose and compare pose to check if hittest is from the
        // back of the plane. If it is, we need to create the arrow.
        if (hit.Trackable.is DetectedPlane) &&
            Vector3.Dot(firstPersonCamera.transform.position - hit.Pose.position,
                hit.Pose.rotation * Vector3.up) < 0)
        {
            Debug.Log("Hit at back of the current DetectedPlane");
        }
        else
        {
            if (index == 0)
            {
                prefab = Prefab1;
                realPrice = one;
            }
            else if (index == 1)
            {
                prefab = Prefab2;
                realPrice = two;
            }
            else if (index == 2)
            {
                prefab = Prefab3;
                realPrice = three;
            }
        }
    }
}
```

Rajah 5.1: kod yang memaparkan kabinet 3D apabila pengguna menyentuh skrin

```
private List<GameObject> myPrefab = new List<GameObject>();

private void Start()
{
    myPrefab.Add(Prefab1);
    myPrefab.Add(Prefab2);
    myPrefab.Add(Prefab3);
    myPrefab.Add(Prefab4);
    myPrefab.Add(Prefab5);
}

int index;
public void firstClicked()
{
    index = myPrefab.IndexOf(Prefab1);
}

public void secondClicked()
{
    index = myPrefab.IndexOf(Prefab2);
}

public void thirdClicked()
{
    index = myPrefab.IndexOf(Prefab3);
}

public void fourthClicked()
{
    index = myPrefab.IndexOf(Prefab4);
}

public void fifthClicked()
{
    index = myPrefab.IndexOf(Prefab5);
}
```

Rajah 5.2: kod yang berfungsi untuk membolehkan pengguna memilih kabinet


```

public void ClearScene()
{
    foreach(var m in sceneObject)
    {
        Destroy(m);
    }
    sceneObject.Clear();
    totalPrice.Clear();
    total = totalPrice.Sum();
    ?Price.text = "RM " + total.ToString();
}

public void Undo()
{
    GameObject undoobj = sceneObject[sceneObject.Count - 1];
    sceneObject.RemoveAt(sceneObject.Count - 1);
    totalPrice.RemoveAt(totalPrice.Count - 1);
    Destroy(undoobj);
    total = totalPrice.Sum();
    ?Price.text = "RM " + total.ToString();
}

public void countPrice()
{
    total = totalPrice.Sum();
    ?Price.text = "RM " + total.ToString();
}

```

Rajah 5.3: kod yang berfungsi buat asal(*Undo*), padam semua kabinet(*Clear Scene*), dan jumlahkan harga kabinet(*CountPrice*).

Di samping itu, kod yang berfungsi untuk memilih tekstur dan mengubah suai tekstur juga ditulis di dalam skrip. Skrip ini akan terletak di dalam model 3D untuk melakukan fungsi pengubahsuaian tekstur kabinet maya. Rajah 5.7 menunjukkan kod yang mengubah suai tekstur dan Rajah 5.8 menunjukkan kod yang membolehkan pengguna untuk memilih tekstur.

```

public class longCab2 : MonoBehaviour
{
    public Texture[] textures;
    public int currentTexture;
    public int wood;
    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
    }

    // Update is called once per frame
    public void SwapLong2()
    {
        currentTexture++;
        currentTexture %= textures.Length;
        GetComponent<Renderer>().material.mainTexture = textures[wood];
    }
}

```

Rajah 5.4: Kod yang mengubah suai tekstur

```

public class CallingLong1 : MonoBehaviour
{
    public longCab1 _longCab1;

    public void SwapLong1()
    {
        _longCab1.SwapLong1();
    }
}

```

Rajah 5.5: kod yang membolehkan pengguna untuk memilih tekstur.

7 KESIMPULAN

Pembangunan aplikasi KitchenAR yang menggunakan teknologi *GoogleARCore* telah mencapai objektif kajian yang dirancang dan memenuhi skop kajian yang ditetapkan. Hal ini kerana pergantungan daripada perancangan yang teliti diimplimentasikan berasaskan model metodologi, ADDIE yang merangkumi langkah-langkah kajian yang berperingkat secara tersusun. Seterusnya, hasil daripada kajian lepas dan aplikasi sedia ada menambahkan lagi pengalaman dan pemilihan pendekatan pembangunan AR yang lebih sesuai dan mampu jaya. Oleh itu, langkah proaktif dan dratik mampu diambil dan dicapai walaupun kekurangan pengalaman darisegi

pengaturcaraan baharu. Dengan ini, usaha lebih diambil seperti rujukan penyelia dan pensyarah, laporan kajian dari senior dan kajian lepas untk membantu dalam mencemerlangkan lagi kajian ini.

8 RUJUKAN

- Andreas Atteneder. 2012. Roomle wiktitude. Retrieved from <https://www.wiktitude.com/showcase/roomle-bring-plan-life-ar/>
- Bardi, J. 2017. Marxent unveils Markerless Augmented Reality technology. Retrieved from <https://www.marxentlabs.com/news/marxent-markerless-augmented-realityretailers-manufacturers-homebuilders/>
- Cheng, J. C. P., Chen, K. & Chen, W. 2017. Comparison of Marker-Based and Markerless AR: A Case Study of An Indoor Decoration System. *Lean and Computing in Construction Congress - Volume 1: Proceedings of the Joint Conference on Computing in Construction* (July): 483–490. doi:10.24928/JC32017/0231
- Dasey, D. 2017. IKEA PLACE APP. Retrieved from <https://highlights.ikea.com/2017/ikea-place/>
- Etienne, J. 2017. Creating Augmented Reality with AR. Retrieved from <https://aframe.io/blog/arjs/>
- Genc, Y., Riedel, S. & Navab, N. 2002. Marker-less Tracking for AR : A LearningBased Approach (September).
- Hossain, R. K. & et al. 2018. Smart store : the convergence of IKEA department store , augmented reality and RFID technology (February). doi:10.13140/RG.2.2.16268.82562
- Miyake, M., Fukuda, T., Yabuki, N. & Motamedi, A. 2017. Outdoor markerless augmented reality. *CAADRIA 2017 - 22nd International Conference on ComputerAided Architectural Design Research in Asia: Protocols, Flows and Glitches* 95– 104.
- Moudgil, N. 2018. arcore, Sceneform and Augmented images. Retrieved from <https://medium.com/coinmonks/arcore-sceneform-augmented-images-3-androidar-app-2c0990f65df2>
- Nick Statt. 2016. Google-Tango Lenovo Phab 2 Pro Apps Games Release Date. <https://www.theverge.com/2016/11/1/13480840/google-tango-lenovo-phab-2pro-apps-games-release-date>
- Poudel, A. & Al-azzam, O. 2017. Interior Design with Augmented Reality.
- Riddick, K. 2018. What is ARCore and which phones support it? Retrieved from <https://www.androidguys.com/tips-tools/ar-arcore/>
- Tom Caudell. 2017. What's Augmented Reality. Retrieved from <https://anymotion.com/en/wissensgrundlagen/definition-augmented-reality>
- van Krevelen, D., Poelman, R., Krevelen, D. W. F. Van & Poelman, R. 2010. A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *The International Journal of Virtual Reality* 9(2): 1–20. doi:10.1155/2011/721827
- Vinia, J., Nallathamby, R. & Rene Robin, C. R. 2015. A novel approach for replica synchronization in hadoop distributed file systems. *Procedia Computer Science* 50: 590–595. doi:10.1016/j.procs.2015.04.090