

PENGGUNAAN TEKNOLOGI REALITI MAYA DALAM EKSPERIMEN KIMIA

Leow Chun Fei

Dr. Tan Siok Yee

Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia

ABSTRAK

Realiti Maya (VR) adalah teknologi berdasarkan program komputer untuk menghasilkan produk realiti sintetik menggunakan grafik 3D. Pada masa kini, teknologi digunakan dalam pelbagai bidang iaitu pendidikan, permainan, filem, dan sebagainya. Eksperimen adalah ujian yang dilakukan untuk mempelajari sesuatu atau mengetahui sama ada sesuatu itu berfungsi atau tidak. Terdapat pelbagai bahaya yang terlibat dalam eksperimen kimia. Hal ini kerana, terdapat banyak bahan kimia yang mudah meletup, beracun, mudah terbakar, mudah terhakis dan lain-lain. Oleh itu, terdapat beberapa aplikasi yang menggunakan VR dalam eksperimen seperti, Labster VR Simulation dan Flinn VR Lab. Eksperimen dalam kajian ini berkaitan dengan formula dan persamaan kimia, elektrokimia, asid dan asas, garam dan termokimia. Penggunaan teknologi VR dalam eksperimen kimia mengabaikan eksperimen yang dijalankan di makmal sebenar dan menggantikan dengan makmal VR di rumah atau di mana-mana sahaja untuk menjauhi bahaya yang diberikan. Oleh itu, kajian ini bertujuan membangunkan sebuah aplikasi bernama Chemistry VR Lab untuk mengaplikasikan teknologi VR dalam eksperimen kimia. Kajian ini menggunakan soal selidik skala Likert lima mata untuk mengumpulkan maklumat berkaitan dengan persepsi responden terhadap eksperimen kimia dan persepsi responden terhadap penggunaan teknologi VR dalam eksperimen kimia. Soal selidik ini dijawab oleh 30 responden dengan tahap pembelajaran tingkatan 1 hingga prasiswazah. Data dan maklumat dikumpulkan dan dianalisis dengan statistik deskriptif kekerapan, peratusan, min dan sisihan piawai yang menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics. Berdasarkan dapatan kajian yang di atas, keseluruhannya responden mempunyai persetujuan yang tinggi kepada eksperimen kimia perlu dijalankan dan penggunaan teknologi VR terhadap eksperimen kimia membawa manfaat dan faedah kepada pengguna. Selain itu, Unity 3D digunakan untuk membangunkan aplikasi kajian ini. Pengguna dapat menjalankan eksperimen kimia dalam aplikasi ini dengan kayu bedik dan VR cermin mata. Pengujian telah dijalankan dengan soal selidik. Sejumlah 30 responden telah menjawab soal selidik ini. Merujuk kepada analisis, sejumlah 25 soalan dalam soal selidik mendapat min daripada 3.97 kepada 4.47. Keadaan ini menunjukkan responden yang terlibat dalam pengujian ini mempunyai persetujuan yang tinggi kepada aplikasi ini bagi faktor kegunaan, kemudahan, kecekapan, kepuasan dan kemudahan pembelajaran aplikasi. Sisihan piawai daripada 0.504 kepada 0.765 menunjukkan corak serakan keseluruhannya responden adalah kecil. Nilai alfa Cronbach dalam semua faktor adalah melebihi 0.7, keadaan ini menunjukkan analisis ini mempunyai kebolehpercayaan yang tinggi. Kesimpulannya kajian ini dapat menyelesaikan sebahagian kekangan dan masalah yang dialami ketika eksperimen kimia sebenar dijalankan. Kajian ini dapat ditambah baik dengan meningkatkan bilangan dan jenis eksperimen VR kimia dalam aplikasi ini kepada pengguna.

Eksperimen adalah ujian yang dilakukan untuk mempelajari sesuatu atau mengetahui sama ada sesuatu itu berfungsi atau benar. Kimia adalah kajian saintifik yang mengenai ciri-ciri asas bahan dan cara tindak balas atau gabungannya. Eksperimen kimia adalah eksperimen yang dilakukan dalam bidang sains kimia.

Realiti Maya (VR) adalah teknologi berdasarkan program komputer untuk membentuk realiti sintetik menggunakan grafik 3D (Su Chung Ho, 2019). Pada masa kini, teknologi ini digunakan dalam pelbagai bidang iaitu pendidikan, permainan, filem, dan sebagainya.

Terdapat pelbagai bahaya yang terlibat dalam eksperimen kimia. Hal ini kerana, terdapat banyak bahan kimia yang mudah meletup, keracunan, kebakaran, hakisan dan lain-lain (Noratika, 2012). Orang yang melakukan eksperimen kimia perlu berhati-hati dan menjaga peraturan keselamatan di makmal seperti memakai sarung tangan dan topeng muka yang sesuai. Pada 1 November 2016, kes bahaya bahan kimia berlaku di Sekolah Menengah Kebangsaan (SMK) Sultan Ismail, Tumpat, Kelantan, terdapat dua pelajar dan tujuh guru terpaksa dikejarkan ke hospital selepas terdedah kepada tumpahan merkuri (Nadia Hamid, 2016). Kawasan yang berlaku merkuri tumpahan terpaksa dibersihkan oleh pihak anggota bomba dengan memakai peralatan keselamatan lengkap, termasuk alat pernafasan. Sembilan mangsa kes itu berasa gatal selepas tumpahan berlaku. Kes ini menunjukkan berbahaya bahan kimia yang keracunan.

Penggunaan teknologi VR dalam eksperimen kimia dapat menyelesaikan masalah bahaya bahan kimia dan memberikan sesuatu persekitaran yang menjaga keselamatan kepada pengguna. Semua bahan kimia dan peralatan yang digunakan dalam VR adalah disimulasikan dan dihasilkan oleh komputer manakala, pengguna juga dapat melakukan interaksi dengan persekitaran itu. VR juga dapat simulasi tindak balas antara bahan kimia yang seperti dalam keadaan sebenar. Oleh itu, penggunaan VR dalam eksperimen kimia dapat menjauhkan bahaya daripada pengguna.

2 PENYATAAN MASALAH

Teknologi VR dapat digunakan dalam bidang pendidikan, terdapat banyak aplikasi pendidikan mengaplikasikan teknologi ini (Hu Au Elliot, 2017). Penggunaan makmal maya berkembang apabila syarikat dan institusi pendidikan berusaha memperluas jangkauan mereka, mengurangkan kos, meningkatkan pemahaman pelajar, dan memberikan latihan yang lebih

mudah untuk para ahli sains masa depan. Pada masa kini, terdapat banyak institusi pendidikan tinggi mengusahakan pelajar melaksanakannya latihan makmal dalam talian dengan persekitaran maya dan bukannya dalam suasana bilik darjah, untuk menjimatkan masa dan wang sambil meningkatkan kemudahan (Makransky Guido, 2019). Terdapat beberapa kekurangan dalam aplikasi pendidikan dengan VR di pasaran.

MEL VR Lessons adalah sebuah aplikasi pendidikan dengan persekitaran maya (MEL VR Lessons, 2020). Aplikasi ini menggunakan cara hiburan untuk menarik perhatian pengguna dan menjadikan pengguna tenggelam di dalamnya. Aplikasi ini mempunyai fungsi animasi eksperimen kimia, tetapi terdapat satu kekurangan dalam aplikasi ini. Kekurangan aplikasi ini adalah tidak memberikan pengguna melakukan eksperimen kimia selepas pengguna menonton animasi itu. Tindakan ini menyebabkan pengguna tidak dapat memahami tentang ilmu pengetahuan sepenuhnya yang pengguna mempelajari selepas menonton animasi itu. Selain itu, pengguna akan berasa bosan kalau tidak dapat menjalankan eksperimen secara praktikal. Hal ini kerana, pengguna hanya melihatkan dan mendengar melalui aplikasi ini tanpa melibatkan diri sendiri dalam suasana tersebut. Oleh itu, kajian ini dilakukan untuk membangunkan sebuah aplikasi yang mempunyai peluang menjalankan eksperimen kepada pengguna.

Seterusnya Labster VR Simulation adalah sebuah aplikasi yang simulasi eksperimen dalam kategori sains seperti kimia, biologi dan fizik (Labster, 2020). Aplikasi ini memberikan persekitaran maya makmal seperti sebenar kepada pengguna menjalankan eksperimen. Dalam aplikasi ini, alat radas seperti bikar, tabung uji, kelalang kon dan lain-lainnya juga diberikan kepada pengguna semasa eksperimen dijalankan. Kekurangan aplikasi ini adalah tidak memberikan arahan yang teliti kepada pengguna. Pengguna yang baru tidak boleh menjalankan eksperimen yang lancar kerana tidak ada arahan yang teliti dan tidak mengetahui fungsi alat radas dalam simulasi ini. Hal ini demikian, alat radas yang diberikan dalam simulasi tidak menyatakan fungsi alat radas, pengguna yang baru tidak tahu fungsi alat radas yang profesional.

Selain itu, aplikasi Labster VR Simulation dan MEL VR Lessons tidak memberikan arahan atau peraturan keselamatan makmal yang perlu diamalkan semasa pengguna menjalankan eksperimen di makmal yang sebenar. Peraturan keselamatan perlu diamalkan dalam makmal kerana terdapat banyak bahaya boleh dihadapi seperti kebakaran dan hakisan di makmal sebenar. Aplikasi yang tertentu tidak memberikan perhatian yang keselamatan kepada pengguna akan membawa bahaya kepada pengguna di makmal sebenar.

Di samping itu, kekurangan aplikasi simulasi eksperimen kimia dengan menggunakan teknologi VR dalam platform Android. Oleh itu, kajian ini dilakukan untuk membangunkan sebuah aplikasi yang simulasi eksperimen kimia dengan menggunakan teknologi VR dalam platform Android.

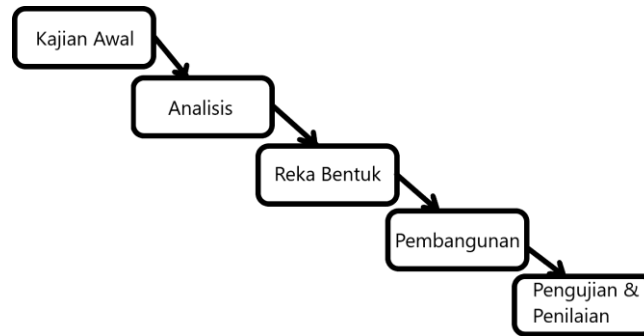
Seterusnya, ramai pelajar tidak dibenarkan menghadiri sendiri ke sekolah oleh kerajaan kerana tindakan untuk memutuskan rantaian jangkitan Covid-19. Mereka hanya dapat menjalankan pembelajaran dalam talian. Hal ini menyebabkan pelajar tidak dapat menjalankan eksperimen kimia. Oleh itu, pembelajaran pelajar dipengaruhi dengan negatif dalam subjek kimia. Oleh itu, kajian ini dilakukan untuk membangunkan sebuah aplikasi yang simulasi eksperimen kimia dengan menggunakan teknologi VR untuk membenarkan pelajar dapat menjalankan eksperimen kimia di rumah sendiri.

3 OBJEKTIF KAJIAN

- i. Mengkaji keperluan pelajar terhadap fungsi aplikasi VR dalam eksperimen kimia sebagai garis panduan dalam membangunkan aplikasi.
- ii. Membangunkan aplikasi mudah alih Chemistry VR Lab yang mempunyai fungsi melakukan eksperimen yang mengaplikasikan dengan teknologi VR.
- iii. Menjalankan penilaian atas aplikasi Chemistry VR Lab dalam kalangan remaja untuk menguji kebolegunaan aplikasi ini.

4 METHOD KAJIAN

Metodologi yang digunakan dalam kajian ini adalah Model Air Terjun. Model itu dipilih untuk melakukan kajian ini kerana senang difahamkan. Model ini menjalankan mengikut turutan. Model ini terdapat lima fasa iaitu fasa kajian awal, fasa analisis, fasa reka bentuk, fasa pembangunan dan fasa pengujian dan penilaian. Model ini dijalankan sebagai garisan ke satu arah, fasa kedua bermula selepas fasa pertama tamat.



Rajah 1 Model Air Terjun

4.1 Fasa Kajian Awal

Dua puluh soalan disediakan kepada para responden tingkatan satu hingga tingkatan enam dan pelajar universiti dari sekolah menengah kebangsaan dan universiti di Malaysia. Lima soalan daripada dua puluh soalan adalah soalan peribadi, iaitu jantina, tahun tingkatan atau tahun universiti, umur, pengalaman melakukan eksperimen kimia terdahulu dan pengalaman menggunakan aplikasi VR. Soalan dikeluarkan secara rasional untuk mengkaji objektif yang ditentukan di atas. Selain itu, soalan-soalan dikeluarkan mudah difahamkan oleh responden untuk mencapai maklumat yang teliti dan tepat. Sejumlah tiga puluh responden dijemput untuk menyertai kajian ini.

4.2 Fasa Analisis

Fasa ini amat penting kerana aplikasi akan dibangunkan mengikut hasil fasa ini. Dapatan kajian dari fasa kajian awal akan dianalisis dalam fasa ini. Dapatan kajian dianalisis akan memberikan bantuan dengan meningkatkan kualiti aplikasi ini. Selain itu, terdapat beberapa aplikasi yang sedia ada membantu menjalankan proses analisis dalam fasa ini. Hasilnya akan dibawa kepada fasa seterusnya untuk membangunkan aplikasi yang berguna dan berfungsi. Sebagai contoh, aplikasi yang sedia ada adalah ARChemEx, VR Chemistry Laboratory, The Virtual Laboratory dan lain-lainnya. Dalam fasa ini, fungsi-fungsi aplikasi yang sedia ada dianalisis untuk mendapatkan kebaikan aplikasi dan kelemahan aplikasi. Tindakan ini dapat memberi bantuan kepada membina reka bentuk aplikasi eksperimen kimia dengan VR.

4.3 Fasa Reka Bentuk

Fasa ini adalah menghasilkan reka bentuk yang terlibat dalam aplikasi ini. Terdapat pelbagai reka bentuk yang perlu dilukiskan dalam aplikasi ini iaitu, antara muka aplikasi, infrastruktur aplikasi, pangkalan data dan sebagainya. Reka bentuk ini dapat membantu membangunkan

aplikasi dengan lancar di fasa pembangunan. Hal ini kerana reka bentuk membantu memahamkan fungsi-fungsi yang diperlukan oleh aplikasi ini. Aplikasi atau platform yang terlibat dalam fasa ini adalah Google Firebase untuk pangkalan data, Figma untuk antara muka aplikasi dan 3D Paint untuk infrastruktur aplikasi.

4.4 Fasa Pembangunan

Fasa ini akan membangunkan sebuah aplikasi yang sempurna untuk mencapai objektif yang dinyatakan. Aplikasi yang digunakan dalam fasa ini adalah Unity. Bahasa pengaturcaraan yang digunakan dalam pembangunan aplikasi ini adalah C#. Adobe Animation juga dapat membangunkan animasi yang diperlukan dalam aplikasi. Selain itu, Autodesk 3DS Max juga digunakan untuk membentuk model 3D yang akan digunakan dalam pembangunan aplikasi.

4.5 Fasa Pengujian dan Penilaian

Fasa ini akan menguji aplikasi yang dibangunkan untuk mencari kesalahan dan perkara yang tidak cukup baik. Fasa ini dijalankan untuk menambahbaikkan aplikasi supaya mencapai objektif yang ditentukan. Seramai 30 responden akan dijemput untuk menjalankan pengujian dan penilaian aplikasi ini. Responden akan menggunakan aplikasi ini dan memberi maklum balas atau masalah dihadapi. Masalah yang dihasilkan dalam pembangunan dapat diselesaikan dalam fasa ini.


5 HASIL KAJIAN

Hasil kajian telah dibincangkan dalam bahagian ini. Penerangan yang teliti tentang antara muka telah dibincangkan. Antara muka yang dibincangkan adalah antara muka pendaftaran, antara muka log masuk, antara muka sudut informasi, antara muka menu eksperimen, antara muka menu penjelasan eksperimen, antara muka menjalankan eksperimen, antara muka penjelasan eksperimen dan antara muka kuiz.

5.1 Antara muka Pendaftaran Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

Dalam antara muka ini, Pengguna mendaftar akaun baharu dalam antara muka ini dengan nama pengguna, alamat e-mel dan kata laluan. Informasi isi disemak untuk mengenal pasti format yang betul. Sebagai contoh, alamat e-mel perlu mempunyai simbol “@” dan bilangan perkataan kata laluan tidak boleh berkurang dari enam perkataan. Informasi pengguna tersebut akan

menghantar dan disimpan dalam *Google Firebase*. Selepas pengguna berjaya mendaftar akaun, antara muka pendaftaran akan bertukar ke antara muka log masuk. Rajah 2 menunjukkan antara muka pendaftaran akaun.



Rajah 2 Antara muka Pendaftaran Akaun Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

5.2 Antara muka Log Masuk Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

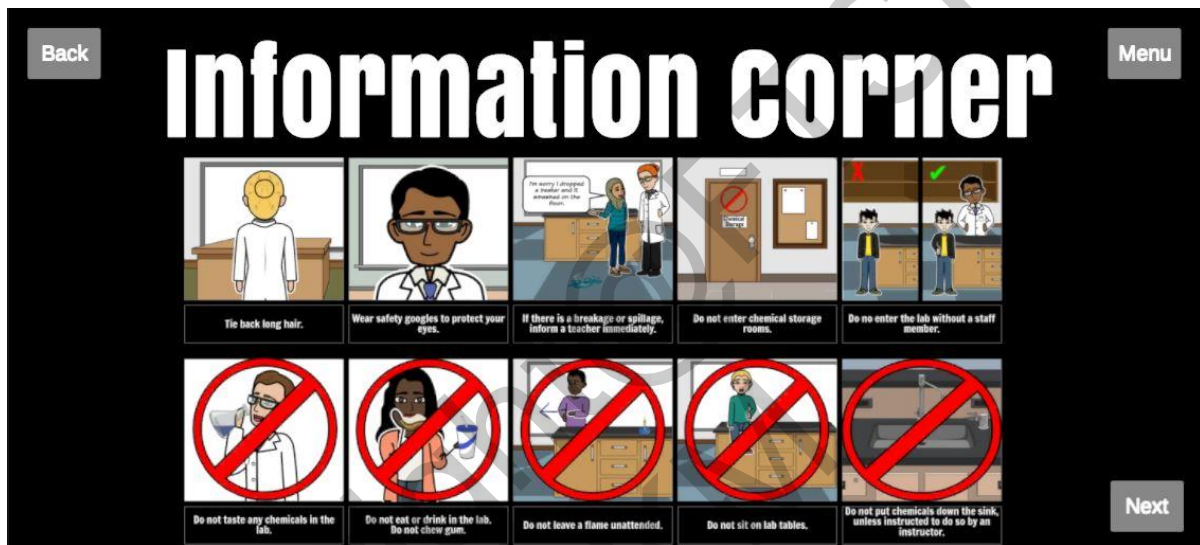
Pengguna mengisi alamat e-mel pengguna dan kata laluan yang telah didaftar. Kalau pengguna memasukkan alamat e-mel pengguna atau kata laluan yang salah, aplikasi akan memberitahu pengguna salah masukkan alamat e-mel atau kata laluan. Pengguna berjaya memasukkan nama dan kata laluan yang betul dan tekan butang “*Login*”, antara muka log masuk akan tukar kepada antara muka menu aplikasi ini. Jika pengguna tiada akaun yang telah mendaftar, pengguna boleh tekan butang “*Register*” untuk menjalankan pendaftaran akaun baharu. Rajah 3 menunjukkan antara muka log masuk.



Rajah 3 Antara muka Log Masuk Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

5.3 Antara muka Sudut Informasi Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

Antara muka sudut maklumat adalah menjelaskan peraturan yang perlu dipatuhi dalam makmal. Dalam sudut maklumat, aplikasi memberitahu pengguna tidak boleh membawa makanan dan minuman masuk makmal. Selain itu, pengguna perlu menjaga kebersihan makmal selepas menjalankan eksperimen. Seterusnya, aplikasi ini mengingatkan pengguna menghubungi pihak polis, bomba dan hospital jika mengalami bahaya semasa menjalankan eksperimen di makmal sebenar dengan senarai nombor hubungan pihak tersebut. Kedudukan butang “Close” terletak di sudut kanan atas antara muka ini. Rajah 4 menunjukkan antara muka sudut informasi.

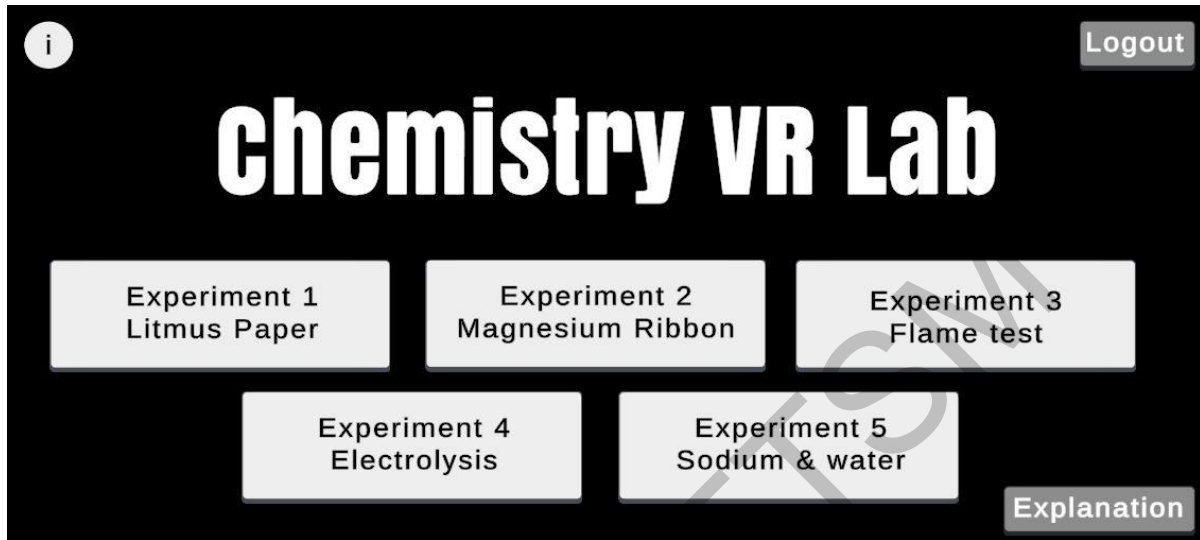


Rajah 4 Antara muka Sudut Informasi Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

5.4 Antara muka Menu Eksperimen Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

Dalam antara muka ini, sudut kiri atas antara muka terdapat butang sudut informasi dan sudut kanan atas antara muka terdapat butang log keluar. Semua eksperimen berkaitan dengan bab 3: formula dan persamaan kimia, bab 6: elektrokimia, bab 7: asid dan asas, bab 8: garam dalam sukatan tingkatan 4 dan bab 4: termokimia dalam sukatan tingkatan 5. Terdapat lima butang terletak di antara muka ini yang bernama eksperimen satu “*litmus paper*”, eksperimen dua “*magnesium ribbon*”, eksperimen tiga, “*flame test*”, eksperimen empat “*electrolysis*”, dan eksperimen lima “*sodium & water*”. Rajah 4.7 menunjukkan antara muka menu eksperimen. Eksperimen satu adalah berkait dengan bab 7: asid dan asas dalam sukatan tingkatan 4. Eksperimen dua adalah berkait dengan bab 3: formula dan persamaan kimia dalam sukatan tingkatan 4. Eksperimen tiga adalah berkait dengan bab 8: garam dalam sukatan tingkatan 4. Eksperimen empat adalah berkait dengan bab 6: elektrokimia dalam sukatan tingkatan 4.

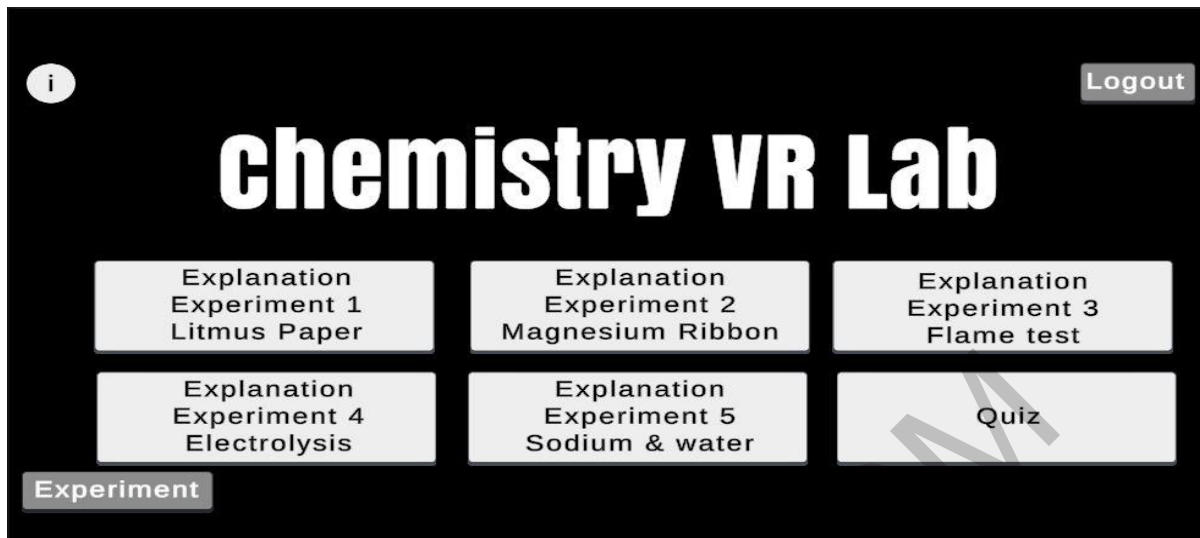
Eksperimen lima adalah berkaitan dengan bab 4: termokimia dalam sukatan tingkatan 5. Rajah 5 menunjukkan antara muka menu eksperimen.



Rajah 5 Antara muka Menu Eksperimen Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

5.5 Antara muka Menu Penjelasan Eksperimen Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

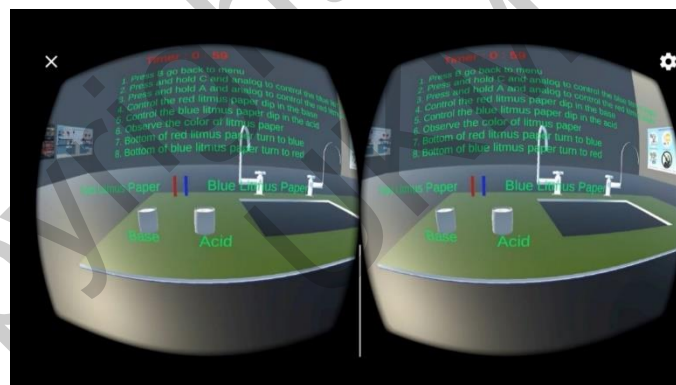
Dalam antara muka ini, sudut kiri atas antara muka terdapat butang sudut informasi dan sudut kanan atas antara muka terdapat butang log keluar. Semua penjelasan eksperimen berkaitan dengan bab 3: formula dan persamaan kimia, bab 6: elektrokimia, bab 7: asid dan asas, bab 8: garam dalam sukatan tingkatan 4 dan bab 4: termokimia dalam sukatan tingkatan 5. Terdapat lima butang terletak di antara muka ini yang bernama penjelasan eksperimen satu “*litmus paper*”, penjelasan eksperimen dua “*magnesium ribbon*”, penjelasan eksperimen tiga, “*flame test*”, penjelasan eksperimen empat “*electrolysis*”, dan penjelasan eksperimen lima “*sodium & water*”. Rajah 4.8 menunjukkan antara muka menu penjelasan eksperimen. Penjelasan eksperimen satu adalah berkaitan dengan bab 7: asid dan asas dalam sukatan tingkatan 4. Penjelasan eksperimen dua adalah berkaitan dengan bab 3: formula dan persamaan kimia dalam sukatan tingkatan 4. Penjelasan eksperimen tiga adalah berkaitan dengan bab 8: garam dalam sukatan tingkatan 4. Penjelasan eksperimen empat adalah berkaitan dengan bab 6: elektrokimia dalam sukatan tingkatan 4. Penjelasan eksperimen lima adalah berkaitan dengan bab 4: termokimia dalam sukatan tingkatan 5. Rajah 6 menunjukkan antara muka menu penjelasan eksperimen.



Rajah 6 Antara muka Menu Penjelasan Eksperimen Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

5.6 Antara muka Menjalankan Eksperimen 1 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

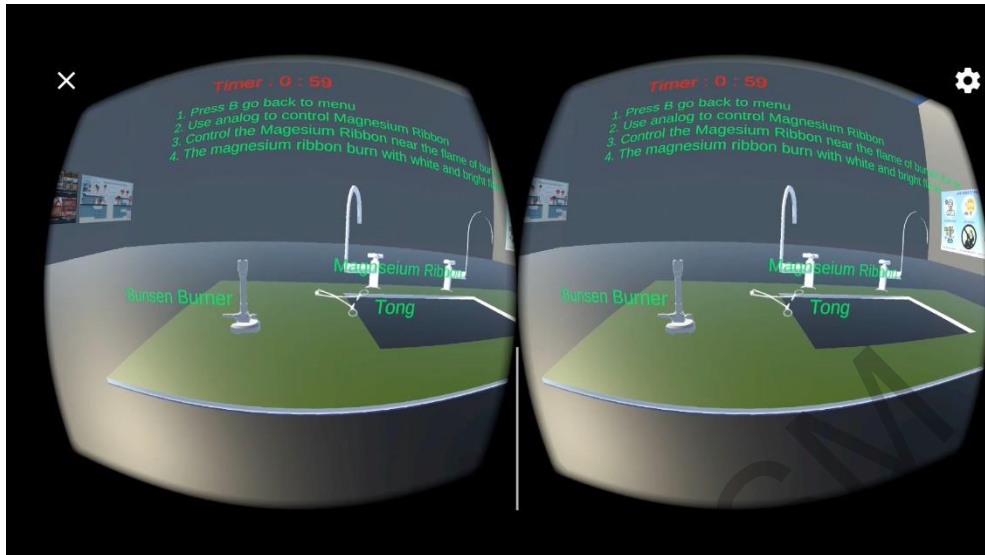
Dalam antara muka ini, kertas litmus, asid dan alkali meletakkan di atas meja. Prosedur eksperimen telah diberikan. Rajah 7 menunjukkan antara muka menjalankan eksperimen 1.



Rajah 7 Antara muka Menjalankan Eksperimen 1 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

5.7 Antara muka Menjalankan Eksperimen 2 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

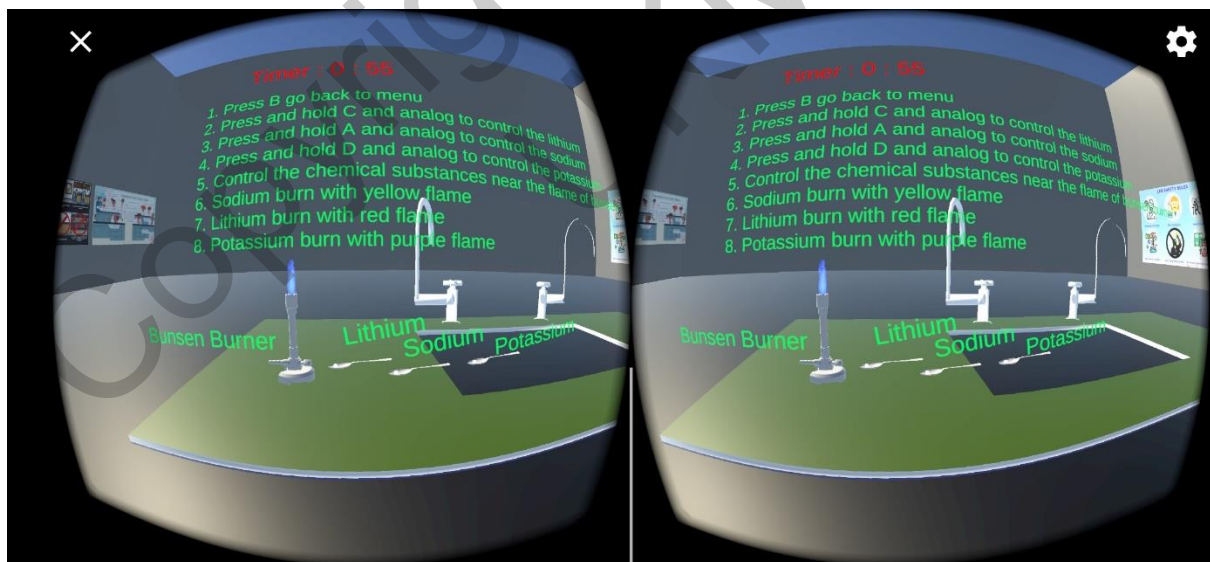
Dalam antara muka ini, penunu Bunsen, klip dan magnesium reben meletakkan di atas meja. Prosedur eksperimen telah diberikan. Rajah 8 menunjukkan antara muka menjalankan eksperimen 2.



Rajah 8 Antara muka Menjalankan Eksperimen 2 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

5.8 Antara muka Menjalankan Eksperimen 3 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

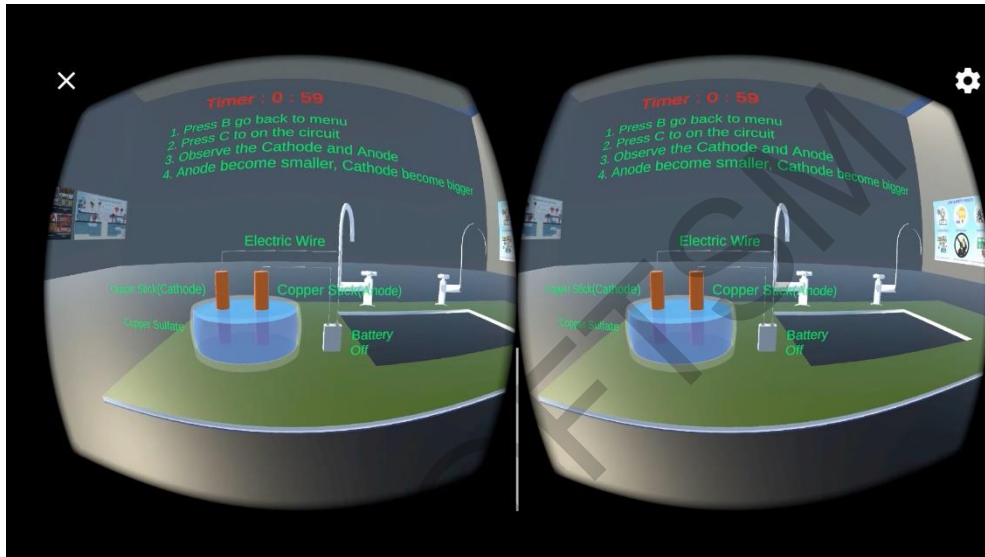
Dalam antara muka ini, penunu Bunsen, litium, potasium dan natrium meletakkan di atas meja. Prosedur eksperimen telah diberikan. Rajah 9 menunjukkan antara muka menjalankan eksperimen 3.



Rajah 9 Antara muka Menjalankan Eksperimen 3 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

5.9 Antara muka Menjalankan Eksperimen 4 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

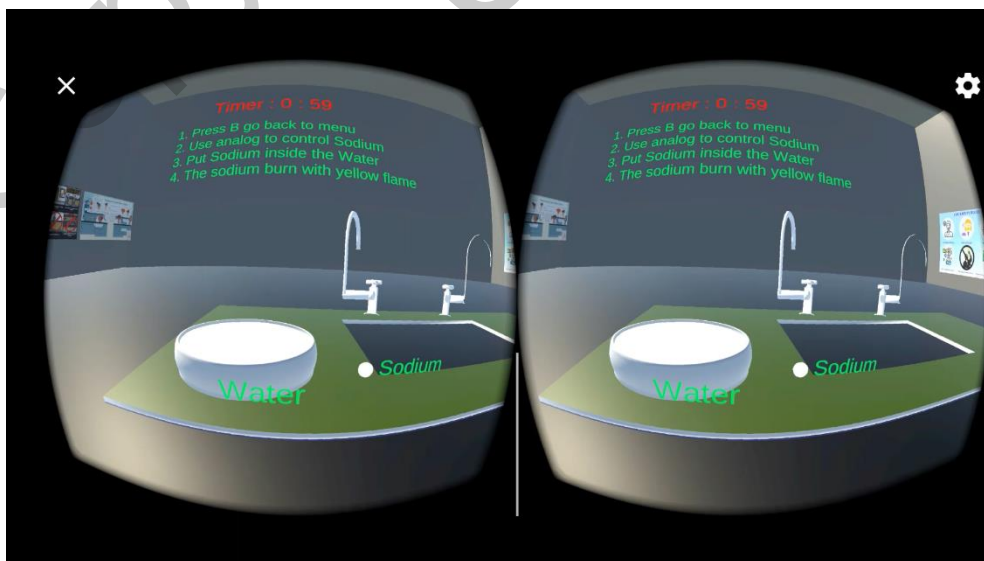
Dalam antara muka ini, bateri, tembaga, wayar elektrik dan kuprum sulfat meletakkan di atas meja. Prosedur eksperimen telah diberikan. Rajah 10 menunjukkan antara muka menjalankan eksperimen 4.



Rajah 10 Antara muka Menjalankan Eksperimen 4 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

5.10 Antara muka Menjalankan Eksperimen 5 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

Dalam antara muka ini, air dan natrium meletakkan di atas meja. Prosedur eksperimen telah diberikan. Rajah 11 menunjukkan antara muka menjalankan eksperimen 5.



Rajah 11 Antara muka Menjalankan Eksperimen 5 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

5.11 Antara muka Penjelasan Eksperimen 1 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

Dalam antara muka ini, aplikasi akan memberitahu ilmu pengetahuan kimia kepada pengguna yang melibatkan dalam eksperimen. Eksperimen satu adalah berkaitan dengan bab 7: asid dan asas dalam sukatan tingkatan 4. Tindakan ini dilakukan untuk mengenal pasti pengguna memahami subjek kimia dengan sepenuhnya. Video animasi telah digunakan untuk membantu pengguna memahami ilmu pengetahuan dengan teliti yang diberikan oleh aplikasi ini. Rajah 12 menunjukkan antara muka penjelasan eksperimen 1.



Rajah 12 Antara muka Penjelasan Eksperimen 1 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

5.12 Antara muka Penjelasan Eksperimen 2 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

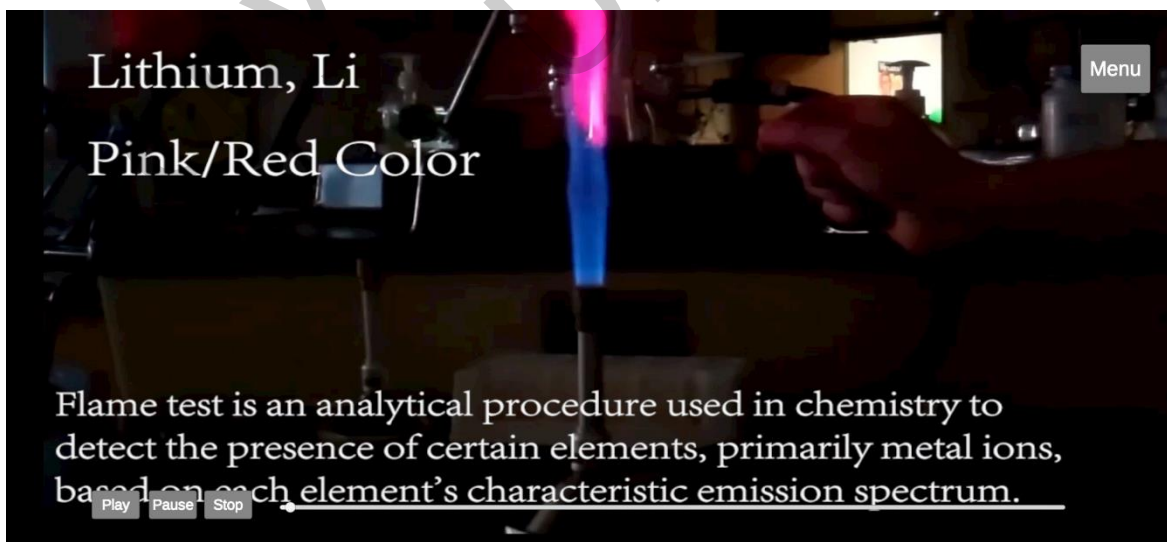
Dalam antara muka ini, aplikasi akan memberitahu ilmu pengetahuan kimia kepada pengguna yang melibatkan dalam eksperimen. Eksperimen dua adalah berkaitan dengan bab 3: formula dan persamaan kimia dalam sukatan tingkatan 4. Tindakan ini dilakukan untuk mengenal pasti pengguna memahami subjek kimia dengan sepenuhnya. Video animasi telah digunakan untuk membantu pengguna memahami ilmu pengetahuan dengan teliti yang diberikan oleh aplikasi ini. Rajah 13 menunjukkan antara muka penjelasan eksperimen 2.



Rajah 13 Antara muka Penjelasan Eksperimen 2 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

5.13 Antara muka Penjelasan Eksperimen 3 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

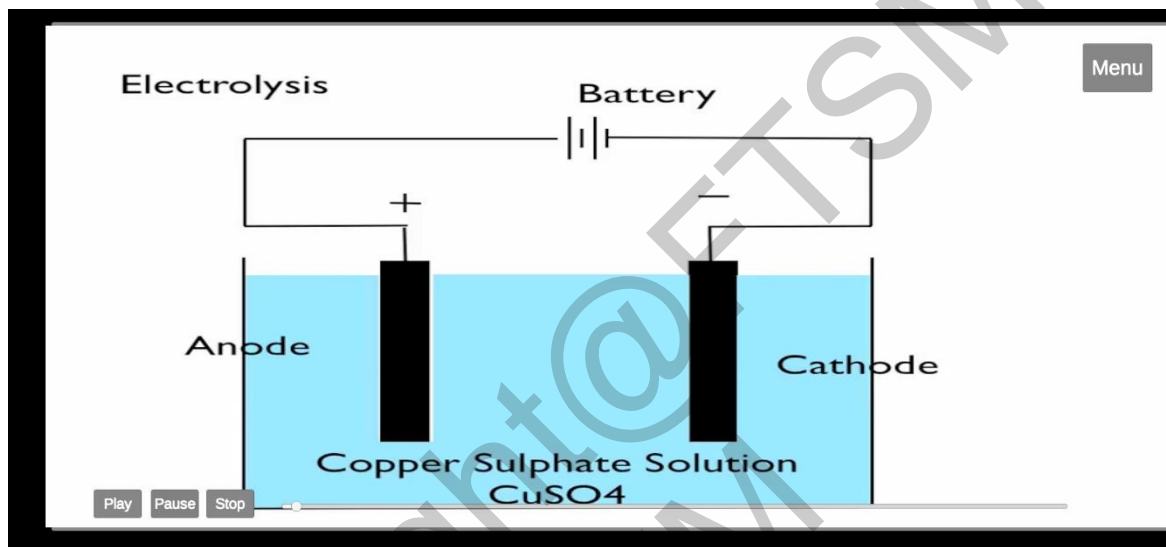
Dalam antara muka ini, aplikasi akan memberitahu ilmu pengetahuan kimia kepada pengguna yang melibatkan dalam eksperimen. Eksperimen tiga adalah berkaitan dengan bab 8: garam dalam sukatan tingkatan 4. Tindakan ini dilakukan untuk mengenal pasti pengguna memahami subjek kimia dengan sepenuhnya. Video eksperimen telah digunakan untuk membantu pengguna memahami ilmu pengetahuan dengan teliti yang diberikan oleh aplikasi ini. Rajah 14 menunjukkan antara muka penjelasan eksperimen 3.



Rajah 14 Antara muka Penjelasan Eksperimen 3 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

5.14 Antara muka Penjelasan Eksperimen 4 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

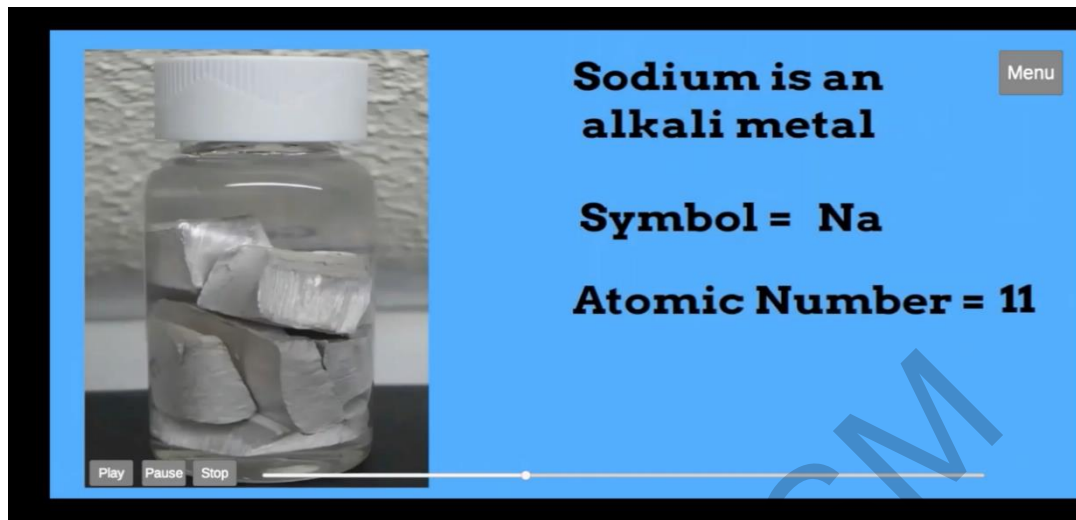
Dalam antara muka ini, aplikasi akan memberitahu ilmu pengetahuan kimia kepada pengguna yang melibatkan dalam eksperimen. Eksperimen empat adalah berkaitan dengan bab 6: elektrokimia dalam sukatan tingkatan 4. Tindakan ini dilakukan untuk mengenal pasti pengguna memahami subjek kimia dengan sepenuhnya. Video animasi telah digunakan untuk membantu pengguna memahami ilmu pengetahuan dengan teliti yang diberikan oleh aplikasi ini. Rajah 15 menunjukkan antara muka penjelasan eksperimen 4.



Rajah 15 Antara muka Penjelasan Eksperimen 1 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

5.15 Antara muka Penjelasan Eksperimen 5 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

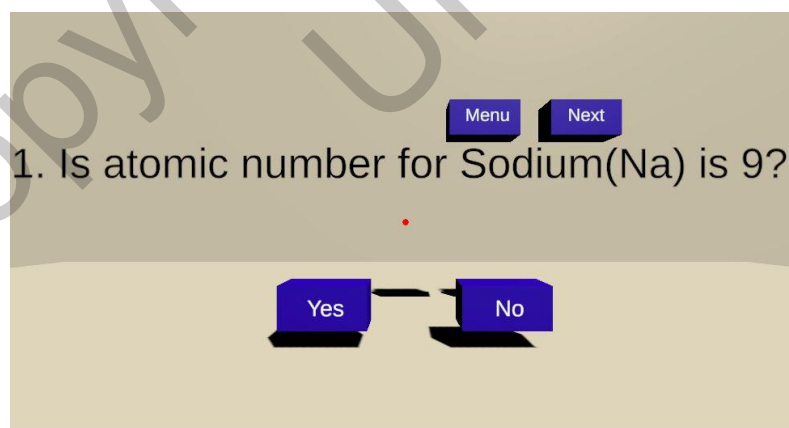
Dalam antara muka ini, aplikasi akan memberitahu ilmu pengetahuan kimia kepada pengguna yang melibatkan dalam eksperimen. Eksperimen lima adalah berkaitan dengan bab 4: termokimia dalam sukatan tingkatan 5. Tindakan ini dilakukan untuk mengenal pasti pengguna memahami subjek kimia dengan sepenuhnya. Video eksperimen telah digunakan untuk membantu pengguna memahami ilmu pengetahuan dengan teliti yang diberikan oleh aplikasi ini. Rajah 16 menunjukkan antara muka penjelasan eksperimen 5.



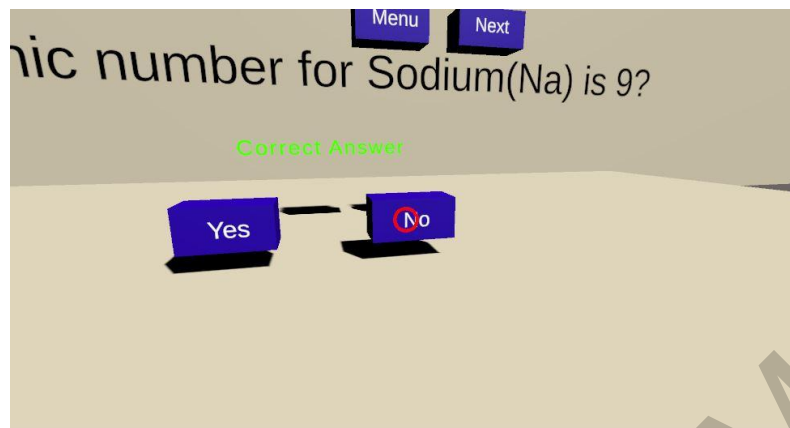
Rajah 16 Antara muka Penjelasan Eksperimen 1 Bagi Aplikasi Chemistry VR Lab

5.16 Antara muka Kuiz

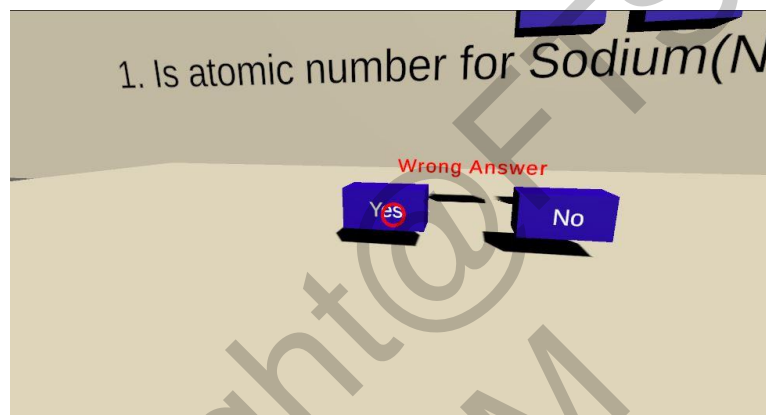
Dalam antara muka ini, aplikasi akan memberi soalan kuiz tentang eksperimen yang dijalankan kepada pengguna. Tindakan ini dilakukan untuk mengenal pasti pengguna memahami pengetahuan kimia dalam aplikasi ini. Terdapat 10 soalan dalam kuiz ini. Pengguna memilih "Yes" atau "No" untuk menjawab soalan kuiz ini. Rajah 17 menunjukkan antara muka kuiz. Rajah 18 menunjukkan antara muka kuiz dengan jawapan betul. Rajah 19 menunjukkan antara muka kuiz dengan jawapan salah.



Rajah 17 Antara muka Kuiz



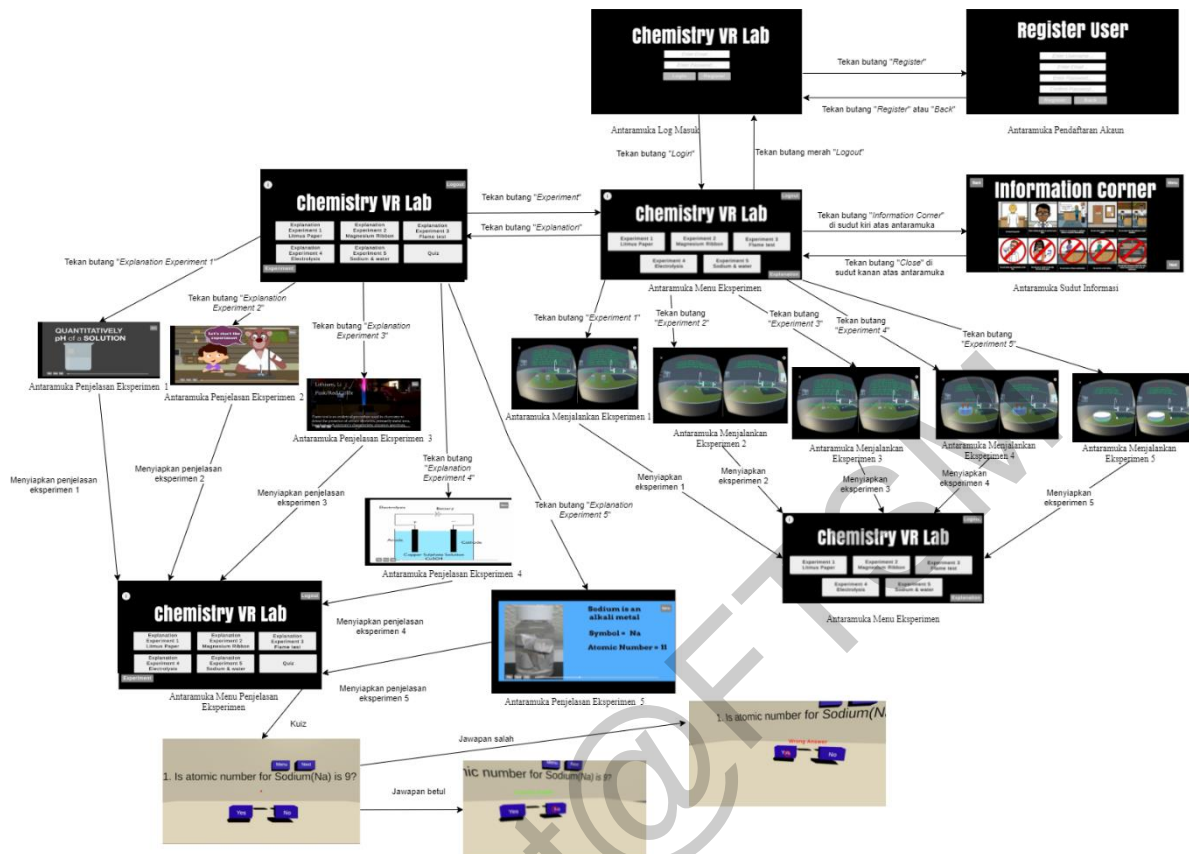
Rajah 18 Antara muka Kuiz dengan jawapan betul



Rajah 19 Antara muka Kuiz dengan jawapan salah

5.17 Antara muka Keseluruhan Proses

Rajah 20 menunjukkan keseluruhan proses aplikasi *Chemistry VR Lab*. Pengguna dapat log masuk akaun, mendaftar akaun baharu, membaca sudut informasi, menjalankan eksperimen, mendapat penjelasan eksperimen dari aplikasi ini.



Rajah 20 Antara muka Keseluruhan Proses Aplikasi Chemistry VR Lab

6 KESIMPULAN

Aplikasi ini dapat membantu pengguna mempelajari pengetahuan kimia dengan mudah dan meningkatkan keselamatan pengguna. Keseluruhannya, projek akhir tahun ini yang bertajuk “Penggunaan Teknologi Realiti Maya Dalam Eksperimen Kimia” dijalankan secara berjaya dan lancar. Pada fasa kajian awal dan analisis, spesifikasi dan fungsi diperlukan telah dibincangkan dan sebuah soal selidik dijalankan. Selain itu, antara muka aplikasi dan reka bentuk infrastruktur telah dibina dalam fasa reka bentuk. Dalam fasa pembinaan, sebuah aplikasi yang menjadikan pengguna menjalankan eksperimen kimia dengan menggunakan teknologi VR telah dibina dalam projek ini. Di samping itu, pengujian fungsi dan pengujian tidak berfungsi telah dilaksanakan dengan lancar dan berjaya dalam fasa pengujian. Akhirnya, keputusan analisis bagi pengujian tidak berfungsi telah menunjukkan projek ini dijalankan secara berjaya dan aplikasi projek ini bernama “*Chemistry VR Lab*” memenuhi keperluan pengguna.

7 RUJUKAN

- Hu Au, E., & Lee, J. J. (2017). *Virtual reality in education: a tool for learning in the experience age*. *International Journal of Innovation in Education*, 4(4), 215. <https://doi.org/10.1504/ijie.2017.10012691>
- Su, C. H., & Cheng, T. W. (2019). *A sustainability innovation experiential learning model for virtual reality chemistry laboratory: An empirical study with PLS-SEM and IPMA*. *Sustainability (Switzerland)*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/su11041027>
- Noratika binti Mukhtar. 2012. Keselamatan Makmal Sains. <https://cikguatika90.wordpress.com/2012/05/02/keselamatan-makmal-sains/> [2 Mei 2012].
- Nadia Hamid. 2016. Bahaya Raksa @ Merkuri. *BH Online*. <https://www.bharian.com.my/bhplus-old/2016/11/208152/bahaya-raksa-merkuri> [1 November 2016].
- Labster. 2020. <https://www.labster.com/simulations/>
- Makransky, G., Mayer, R. E., Veitch, N., Hood, M., Christensen, K. B., & Gadegaard, H. (2019). *Equivalence of using a desktop virtual reality science simulation at home and in class*. *PLoS ONE*, 14(4), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214944>
- MEL Chemistry VR Lessons. 2020. *Mel Science*. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.melscience.melchemistryvr&hl=en_US&gl=US [29 July 2020].
- Lam, M. C., Tee, H. K., Muhammad Nizam, S. S., Hashim, N. C., Suwadi, N. A., Tan, S. Y., Abd Majid, N. A., Arshad, H., & Liew, S. Y. (2020). *Interactive augmented reality with natural action for chemistry experiment learning*. *TEM Journal*, 9(1), 351– 360. <https://doi.org/10.18421/TEM91-48>