

APLIKASI PEMBELAJARAN JADUAL BERKALA KIMIA MENGUNAKAN TEKNOLOGI AUGMENTASI REALITI MUDAH ALIH

Nur Atiqah Najibah Shamsudin

Nazatul Aini Abd Majid

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia

ABSTRAK

Perkembangan teknologi banyak mempengaruhi kehidupan seharian kita pada hari ini. Pembabitan bidang Teknologi Maklumat dan Komunikasi (ICT) dalam proses pembelajaran membantu untuk meningkatkan kefahaman dan merangsang minda. Antara teknologi yang diguna pakai dalam pembangunan aplikasi untuk tujuan pendidikan adalah Augmentasi Realiti (AR). Augmentasi realiti ataupun dikenali sebagai realiti luasan adalah variasi kepada realiti maya. Teknologi ini membolehkan pengguna untuk menggabungkan dunia realiti dengan dunia maya. Berasaskan teknologi ini, sebuah aplikasi mudah alih dibangun bagi membantu pelajar sekolah menengah memahami konsep jadual berkala untuk subjek Kimia. Hal ini kerana pelajar didapati sukar untuk mengvisualisasikan gambaran objek atom bagi setiap elemen berserta cirinya. Aplikasi ini meliputi pembelajaran melalui paparan objek atom 3 Dimensi (3D), pemerhatian terhadap video dan animasi proses tindak balas dan pengujian kefahaman melalui bentuk soalan. Ianya dicipta menggunakan perisian *Unity 3D*, *Vuforia*, *Autodesk 3Ds Max*, *Audacity* dan *Adobe Photoshop* berpandukan model *ADDIE*. Nama model *ADDIE* adalah singkatan bagi setiap fasa yang dijalankan iaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation* dan *Evaluation*. Menerusi pengujian terhadap aplikasi yang dibangun ini, hasil dapatan mendapati pendekatan yang dibawa ini bukan sahaja dapat mencapai objektif malah berjaya menarik minat pengguna dan membantu proses pembelajaran berlangsung dengan lebih mudah.

1 PENGENALAN

Subjek Kimia merupakan antara subjek wajib yang diajar di peringkat sekolah menengah bermula daripada Tingkatan 4 bagi pelajar yang memilih untuk meneruskan pelajaran di dalam aliran sains setelah berjaya menduduki peperiksaan Pentaksiran Tingkatan 3 (PT3). Subjek ini meliputi pembelajaran bahan, sifat jirim, pembentukan dan perubahan yang berlaku terhadap tindak balas molekul (Bagley & Contributor 2016). Pelbagai bidang seperti bidang kejuruteraan, perubatan dan lain-lain lagi memerlukan kepakaran tenaga manusia yang mahir dalam bidang kimia kerana bidang ini bertindak sebagai asas pusat dalam menghasilkan produk

akhir bagi sesuatu perkara yang berkaitan. Malah, bermula dari tahun 2015, Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) telah merombak silibus pembelajaran Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah (KBSM) bagi pelajar Tingkatan 1 dengan mula memperkenalkan salah satu komponen penting dalam subjek Kimia iaitu jadual berkala kimia ke dalam buku teks mata pelajaran Sains.

Namun begitu, proses pembelajaran jadual berkala kimia yang dijalankan di dalam kelas berpandukan kepada buku teks sebagai rujukan semata-mata dilihat tidak mencukupi untuk memastikan ilmu yang diajar itu berjaya difahami dengan baik oleh murid-murid. Guruguru sering berhadapan dengan masalah untuk menarik minat dan fokus para pelajar apabila topik yang diajarkan itu berdasarkan teori sahaja tanpa ada alat bantuan tambahan. Hakikat sebenarnya, keberkesanan pengajaran itu dapat dikecapi sekiranya kaedah yang diguna pakai dalam penyampaian ilmu itu menarik dan jelas.

Perkembangan Informasi Teknologi (IT) mampu untuk mempengaruhi kehidupan seharian kita. Justeru, seiring dengan kemajuan negara di dalam bidang ini, kemudahan untuk mengakses internet serta perkakas elektronik seperti komputer dan tab telah dibekal di setiap sekolah bagi kegunaan pembelajaran. Banyak manfaat dapat diperoleh apabila medium teknologi seperti penggunaan Augmentasi Realiti (AR) di dalam aplikasi mudah alih diguna pakai di dalam sistem pendidikan.

AR ataupun dikenali sebagai realiti luasan merupakan lanjutan kepada Realiti Maya atau dalam bahasa Inggeris disebut sebagai Virtual Reality (VR). AR membolehkan pengguna menggabungkan dunia realiti dengan dunia maya. Pengguna dapat berinteraksi dengan objek maya yang dipintas di atas persekitaran nyata. Pada hari ini, pembangunan aplikasi berasaskan realiti luasan sedang giat dijalankan di negara membangun. Aplikasi yang dibangunkan adalah bertujuan untuk menyelesaikan masalah bagi perkara-perkara tertentu. Oleh yang demikian, sebuah aplikasi mudah alih dibangunkan bagi memudahkan proses pembelajaran jadual berkala untuk subjek Kimia dengan menggunakan teknologi AR. Kajian ini dikupas dengan lebih lanjut di dalam bab ini menerusi penyataan masalah, objektif kajian, skop kajian, metodologi, gerak kerja dan kekangan secara menyeluruh.

2 PENYATAAN MASALAH

Melalui kajian dan pengalaman, cara pembelajaran di Malaysia yang disampaikan di dalam kelas adalah di dalam bentuk teori. Walaupun kehidupan semula jadi adalah di dalam bentuk 3 Dimensi (3D), para tenaga pengajar lebih memilih untuk mengajar menggunakan kaedah konvensional 2 Dimensi (2D) kerana cara ini lebih mudah, biasa digunakan, mudah alih dan murah (Kesim, & Ozarslan 2012). Hal ini didapati menjadi kekangan kepada para pelajar untuk memahami dengan jelas jadual berkala kimia. Puncanya kerana mereka tidak dapat melihat kewujudan elemen dan proses yang berlaku seperti pembentukan jirim menjadi bahan secara mata kasar. Mereka seolahnya sukar untuk mengvisualisasikan perkara ini atas faktor mempunyai keupayaan imaginasi yang terhad (Cai, Wang & Chiang 2014).

Aplikasi mudah alih yang telah wujud di pasaran *Apps Store* dan *Play Store* seperti *Periodic Table*, *Merck PTE*, *Isotope* dan banyak lagi sememangnya bertujuan untuk membantu pengguna mempelajari jadual berkala kimia dan menjadikannya sebagai sebuah rujukan mudah alih. Namun demikian, aplikasi ini tidak menekankan dengan terperinci teknik pembelajaran yang berkesan. Antara muka yang direka kesemuanya adalah di dalam bentuk interaktif 2D. Pengguna masih tidak dapat mengatasi kesukaran untuk membayangkan elemen atom berkenaan dan bagaimana ianya bertindak balas kerana hampir kesemuanya aplikasi yang dinyatakan ini hanya memaparkan informasi secara bertulis. Terdapat sebuah aplikasi yang mengimplementasikan teknologi AR untuk tujuan pembelajaran jadual berkala kimia iaitu *Elements 4D*. Walau bagaimanapun, aplikasi ini terhad hanya memfokuskan kepada pembentukan molekul sahaja.

Oleh yang demikian, sejajar dengan perkembangan teknologi masa ini, kajian mendapati bahawa apabila AR dan objek yang direka di dalam bentuk 3D digabung dan dimasukkan ke dalam sistem pendidikan, ianya mampu untuk mengubah corak pembelajaran sedia ada, seterusnya meningkatkan prestasi dan kefahaman pengguna dengan lebih lagi. Antara muka realiti luasan menawarkan kelebihan kepada pengguna kerana ianya mampu untuk mengvisualisasikan gambaran bagi tujuan pendidikan (Shelton 2002).

3 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif utama pembangunan aplikasi jadual berkala kimia berasaskan teknologi realiti luasan mudah alih ini adalah:

- i. Mereka bentuk dan membangun aplikasi mudah alih yang menyokong proses pembelajaran jadual berkala kimia untuk pelajar-pelajar sekolah menengah dengan teknik AR.
- ii. Menilai kebolegunaan aplikasi mudah alih yang dibangun.

4 METOD KAJIAN

Metodologi merupakan antara proses penting dalam memastikan projek yang dibangun berjalan dengan lancar mengikut fasa yang telah ditetapkan. Untuk aplikasi mudah alih jadual berkala kimia berasaskan AR ini, model yang diguna sepanjang tempoh pelaksanaan ialah model *ADDIE*. Nama *ADDIE* merupakan singkatan kepada setiap fasa di dalam model ini iaitu *Analysis, Design, Development, Implementation* dan *Evaluation* seperti yang ditunjuk pada Rajah 1.1. Ianya adalah salah satu contoh model *Incremental* yang dimana setiap proses diuji secara berperingkat. Hal ini memudahkan pembangun untuk mengesan punca sekiranya terdapat ralat pada aplikasi yang sedang dibangun.

4.1 Fasa Analisis

Fasa analisis adalah fasa di mana keperluan untuk membangunkan aplikasi ini dikenal pasti bagi memenuhi setiap kemahuan pengguna dan tuntutan aplikasi. Setiap aspek keperluan berjaya dikumpul dan didokumentasi menerusi temubual yang dijalankan dengan Cikgu Ahmad Azhar Raimi dan maklumat yang diberi oleh Cikgu Nur Faizah Abd Majid. Jika ada sebarang keperluan yang tidak dapat dimasukkan ke dalam pembangunan aplikasi, perbincangan dibuat bagi mendapatkan kata sepakat seterusnya menyelesaikan masalah yang berbangkit. Di dalam fasa ini juga pembangun perlu memahami fungsi keperluan, kualiti keperluan dan juga kekangan.

4.2 Fasa Reka Bentuk

Fasa reka bentuk melibatkan penghasilan berpandukan model konseptual, papan cerita, carta alir, reka bentuk seni bina aplikasi dan lain-lain lagi. Fasa ini berkait rapat dengan pembentukan antara muka aplikasi berdasarkan keperluan yang telah di ambil kira di dalam fasa keperluan. Sebuah prototaip diwujudkan bagi membolehkan pengguna melihat gambaran awal aplikasi yang dibangun secara nyata. Prototaip ini akan berfungsi berdasarkan keperluan dan kandungan yang telah dibincang bagi melihat kesesuaian aplikasi secara tidak langsung membolehkan pembangun melakukan perubahan atau penambahbaikan terhadap projek ini sebelum ianya memasuki fasa pembangunan.

4.3 Fasa Pembangunan

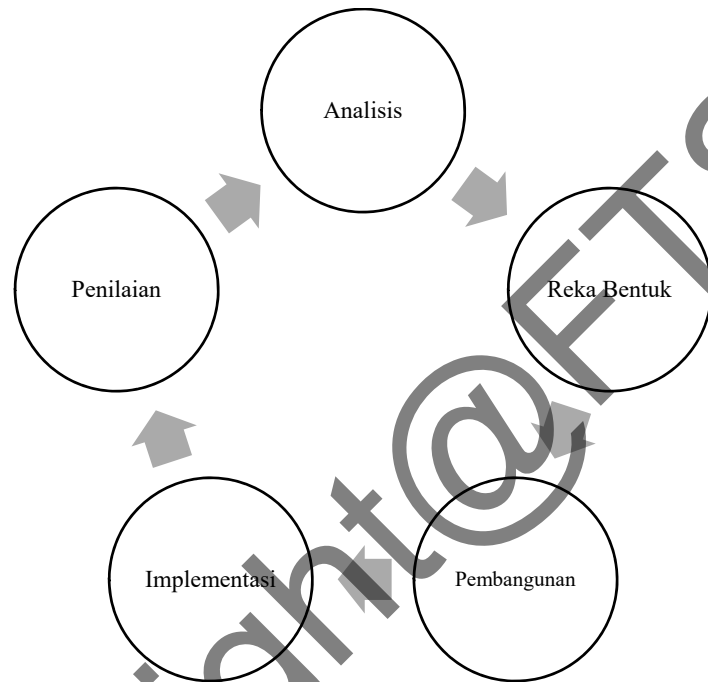
Antara muka aplikasi mudah alih untuk jadual berkala kimia berasaskan AR ini mula dibangun di dalam fasa pembangunan. Kandungan yang telah dirancang untuk aplikasi ini mula dibina dan dimasukkan ke dalam pangkalan data sistem menggunakan perisian pembangunan yang bersesuaian seperti *Unity 3D* dan *Vuforia*. Selain itu, antara muka untuk kad berpenanda yang diguna sebagai alat sokongan tambahan untuk aplikasi ini dicipta menggunakan *Adobe Photoshop CS6* dan setiap penanda direkod di dalam pangkalan data sistem. Kad ini berperanan untuk mewujudkan objek pada skrin telefon mudah alih berdasarkan jenis padanan penanda pada permukaan kad.

4.4 Fasa Implementasi

Setelah aplikasi berjaya dibangun, tiba masanya aplikasi ditunjukkan kepada sasaran pengguna sewaktu fasa implementasi. Hal ini adalah bertujuan untuk mengajar pengguna menggunakan aplikasi tersebut selain menyuaikan aplikasi tersebut dengan keadaan sekeliling. Melalui cara ini, pembangun dapat melihat keberkesanan aplikasi yang dibangun dan melakukan penambahbaikan terhadap kualiti aplikasi ini berdasarkan suap balik daripada pengguna sebelum ke fasa terakhir.

4.5 Fasa Penilaian

Fasa penilaian adalah fasa terakhir di dalam sistem pemodelan *ADDIE* ini. Fasa ini boleh dikatakan hampir sama dengan fasa implementasi tetapi di dalam fasa ini, aplikasi yang dibangunkan telah dibetulkan sekiranya mempunyai ralat di dalam fasa yang lepas. Pengujian dilaku sekali lagi bagi memastikan kesempurnaan aplikasi dari keseluruhan aspek.



Rajah 1 Model *ADDIE*.

Untuk memastikan aplikasi yang dibina berjalan lancar, pemilihan perkakasan dan perisian yang bersesuaian adalah penting. Perkakasan dan perisian yang dipilih ini diguna untuk membangunkan sebuah aplikasi pembelajaran jadual berkala kimia menggunakan teknologi AR mudah alih yang baik. Sekiranya salah satu komponen yang diguna adalah tidak bersesuaian, aplikasi yang dihasil berisiko untuk mempunyai ralat. Senarai keperluan perkakasan yang diperlu bagi membangunkan aplikasi pembelajaran jadual berkala kimia menggunakan teknologi AR adalah seperti berikut:

- i. Komputer riba

Komputer riba merupakan perkakas utama yang digunakan dalam proses pembangunan. Ciri spesifikasi komputer riba yang diguna pakai disenarai dalam Jadual 1.

Jadual 1 Ciri spesifikasi perkakas komputer riba.

Ciri perkakasan	Spesifikasi perkakasan
Model	HP Envy 15
Pemprosesan	Intel Core i7
Platform	Windows 10 (64-bit)
RAM	8GB
Cakera keras	2.40GHz
Input perkakas	Papan kekunci dan tetikus
Skrin perkakas	15.6 inci

ii. Telefon pintar mudah alih

Telefon pintar mudah alih adalah perkakas yang memuat turun aplikasi yang dicipta setelah ianya siap. Pengujian untuk aplikasi ini juga diuji terlebih dahulu sewaktu fasa implementasi sebelum ianya dikeluarkan ke pasaran. Jadual 2 menunjukkan ciri spesifikasi telefon pintar mudah alih yang diguna pakai untuk pembangunan aplikasi ini.

Jadual 2 Ciri spesifikasi perkakas telefon pintar mudah alih.

Ciri perkakasan	Spesifikasi perkakasan
Model	Samsung Galaxy Tab A dengan Pen S
Pemprosesan	Android versi 6.0.1 Marshmallow
CPU	1.2GHz
RAM	2GB
ROM	16GB
Kamera	5MP
Resolusi	1024x768

Terdapat 3 jenis perisian yang diguna bagi membangunkan aplikasi ini. Perisian tersebut adalah *Unity 3D*, *Vuforia*, *Adobe Photoshop* dan *Autodesk 3Ds Max 2018*. Keseluruhan antara muka beserta fungsi bagi aplikasi pembelajaran jadual berkala kimia menggunakan teknologi AR dihasil di dalam perisian *Unity 3D*. *Unity 3D* adalah sebuah enjin pembangunan enjin model 3D yang dicipta oleh *Unity Technology*. Perisian ini membolehkan

pengguna untuk membangunkan permainan 3D mahupun aplikasi untuk telefon pintar mudah alih, komputer persendirian, web dan konsol. Pengguna bebas untuk memilih menggunakan bahasa pengaturcaraan C#, JavaScript atau Boo untuk memprogramkan projek. Untuk menghasilkan aplikasi jadual berkala kimia ini, bahasa pengaturcaraan yang diguna ialah C#. *Unity 3D* membolehkan pengguna membangunkan aplikasi berasaskan AR. Ianya mempunyai *plugin* untuk enjin permainan yang mengintegrasikan *ARToolKit*. *ARToolKit* merupakan sebuah perpustakaan visi komputer yang menyediakan fungsi pengesanan yang diperlu untuk membina aplikasi realiti luasan dan memanjangkan alat pencipta kandungan untuk memudahkan lagi proses pembangunan aplikasi. Fungsi utamanya adalah untuk menyelaraskan kamera maya dalam *Unity* dengan kamera dunia sebenar seperti *webcam* berbanding dengan sasaran penanda dikesan (ARToolworks 2013).

Vuforia merupakan kit pembangunan perisian AR (SDK) untuk peranti mudah alih. Perisian ini menyokong penghasilan aplikasi AR menerusi perisian *Unity 3D* dengan menggunakan pangkalan *Android*. *Vuforia* menggunakan teknologi *Computer Vision* untuk mengesan penanda dan objek mudah seperti kotak atau kad dalam masa nyata lalu kemudiannya memasukkan imej paparan tersebut ke dalam pangkalan data sistem. Imej yang direkod itu diterjemahkan ke dalam bentuk model 3D di atas skrin telefon mudah alih.

Adobe Photoshop diguna untuk menghasilkan reka bentuk antara muka aplikasi dan kad berpenanda. Perisian ini mempunyai pelbagai fungsi yang membolehkan pengguna untuk melakukan kerja grafik 2D dengan professional dan menghasilkan produk akhir yang berkualiti. Antara muka bagi aplikasi ini kelihatan menarik dan secara tidak langsung memudahkan kamera yang bertindak sebagai penanda untuk membaca padanan pada imej kad itu nanti. Fail imej ini disimpan di dalam bentuk format .JPG.

Autodesk 3Ds Max 2018 adalah sebuah aplikasi yang membolehkan pengguna menghasilkan objek 3D beserta *rendering* dan pergerakan animasi. Objek atom bagi setiap unsur dan animasi bagi gabungan molekul Natrium Klorida dihasil menggunakan perisian ini. Fail objek disimpan di dalam format .FBX sebelum ianya ditarik masuk ke dalam aset perisian *Unity 3D*.

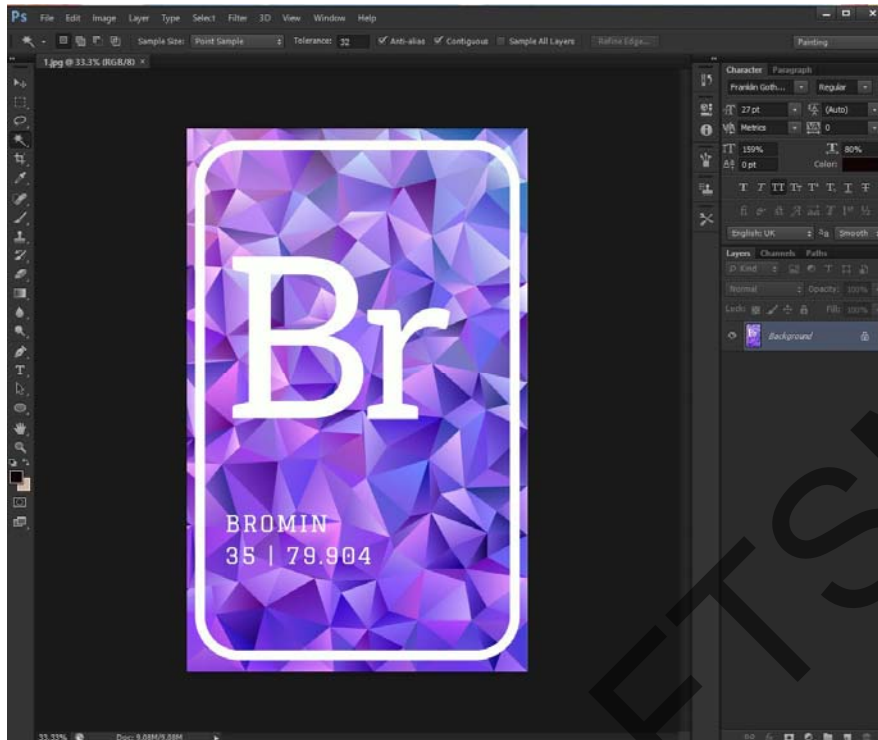
5 HASIL KAJIAN

Dalam sesebuah projek yang dilaksana, fasa pembangunan bermula setelah setiap keperluan pengguna telah dianalisa dan dirancang dengan teliti. Fasa ini akan melalui pelbagai proses untuk memastikan aplikasi pembelajaran jadual berkala kimia menggunakan teknologi AR yang dibangun menepati objektif dan beroperasi dengan baik. Setiap elemen yang terkandung di dalam pembangunan aplikasi ini melalui proses yang berbeza mengikut kesesuaian. Setiap proses dijalankan dengan teliti bagi menghasilkan produk akhir yang berkualiti. Menerusi spesifikasi keperluan aplikasi dan reka bentuk, pembangun menjadikannya sebagai panduan dalam memastikan aplikasi pembelajaran jadual berkala kimia ini dibangun dengan betul.

5.1 Proses Penghasilan Kad Imbas

Kad berpenanda merupakan sebahagian daripada elemen penting yang diperlu bagi memastikan aplikasi ini boleh digunakan dengan sempurna. Kad berpenanda ini bertindak sebagai *marker* yang membolehkan kamera pada telefon pintar mahupun *tablet* membaca padanan pada imej tersebut lalu memaparkan objek atom 3D yang diwujudkan menerusi persekitaran AR muncul pada skrin pengguna.

Kad berpenanda bagi aplikasi ini dihasil menggunakan perisian *Adobe Photoshop CS6* seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2. Keseluruhan kad berpenanda yang dihasil adalah sebanyak 6 keping seperti yang tertera pada Rajah 3 (a) hingga Rajah 3 (f). Setiap kad berpenanda mempunyai tetapan objek AR di dalam bentuk 3D yang tersendiri.



Rajah 2 Kad berpenanda yang dihasil menerusi perisian *Adobe Photoshop CS6*.



Rajah 3 (a) Kad berpenanda Iodin.



Rajah 3 (b) Kad berpenanda Florin.



Rajah 3 (c) Kad berpenanda Bromin.



Rajah 3 (d) Kad berpenanda Klorin.



Rajah 3 (e) Kad berpenanda Garam.

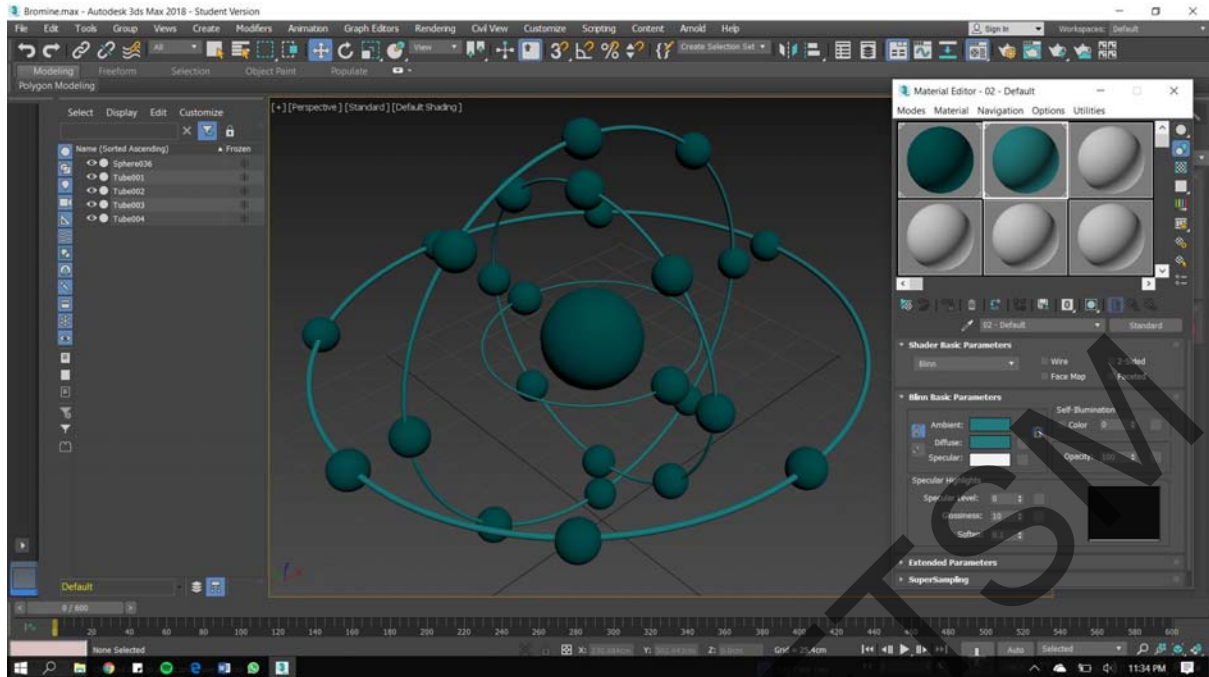


Rajah 3 (f) Kad berpenanda Video.

5.2 Proses Pemodelan Objek 3D

Objek 3D yang dihasil bagi aplikasi ini adalah objek unsur atom bagi Florin, Klorin, Bromin dan Iodin serta molekul gabungan Natrium Klorida. Reka bentuk bagi setiap model atom ini adalah berbeza dari segi jumlah petala dan bilangan elektron yang terkandung. Kesemua objek ini direka menggunakan perisian *3Ds Max 2018*.

Pemodelan bermula dengan mereka bentuk struktur atom bagi setiap unsur. Selepas struktur model atom tersebut terhasil, ianya akan ditambah warna menerusi tingkap *Material Editor* seperti yang tertera pada Rajah 4. Setiap model atom yang dibentuk kemudiannya dianimasi untuk mewujudkan sebuah pergerakan. Petala yang ada pada model atom itu akan berputar mengelilingi nukleus.

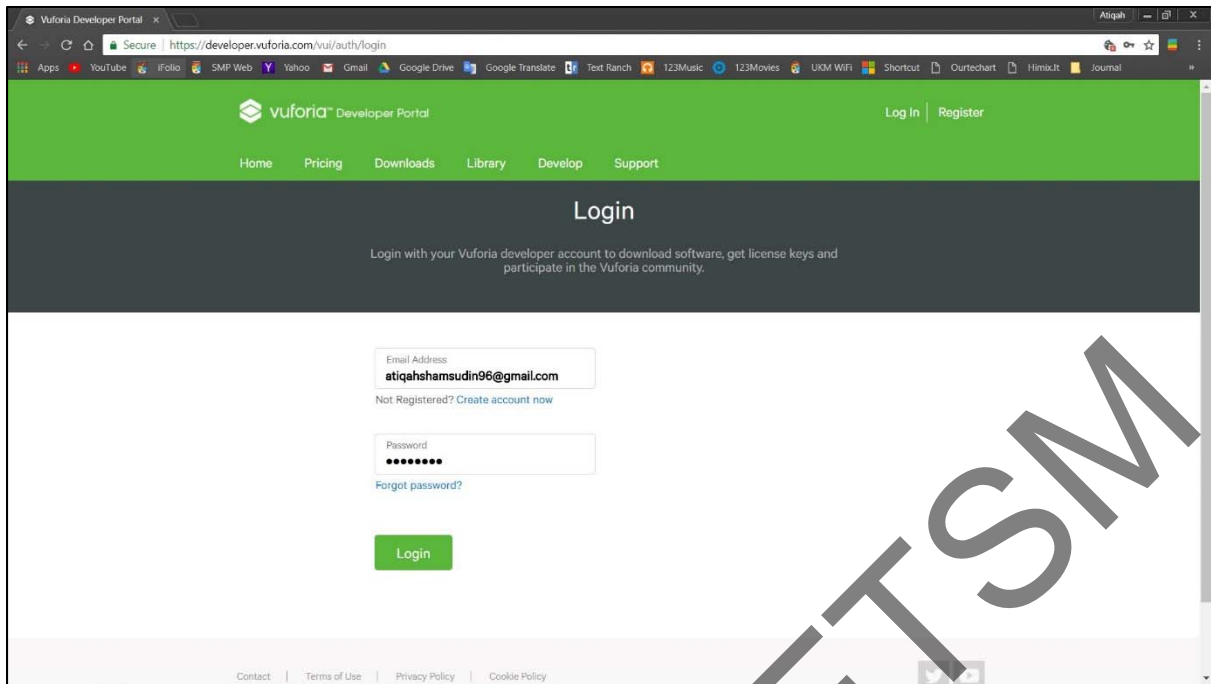


Rajah 4 Model atom yang direka menerusi perisian *3Ds Max 2018*.

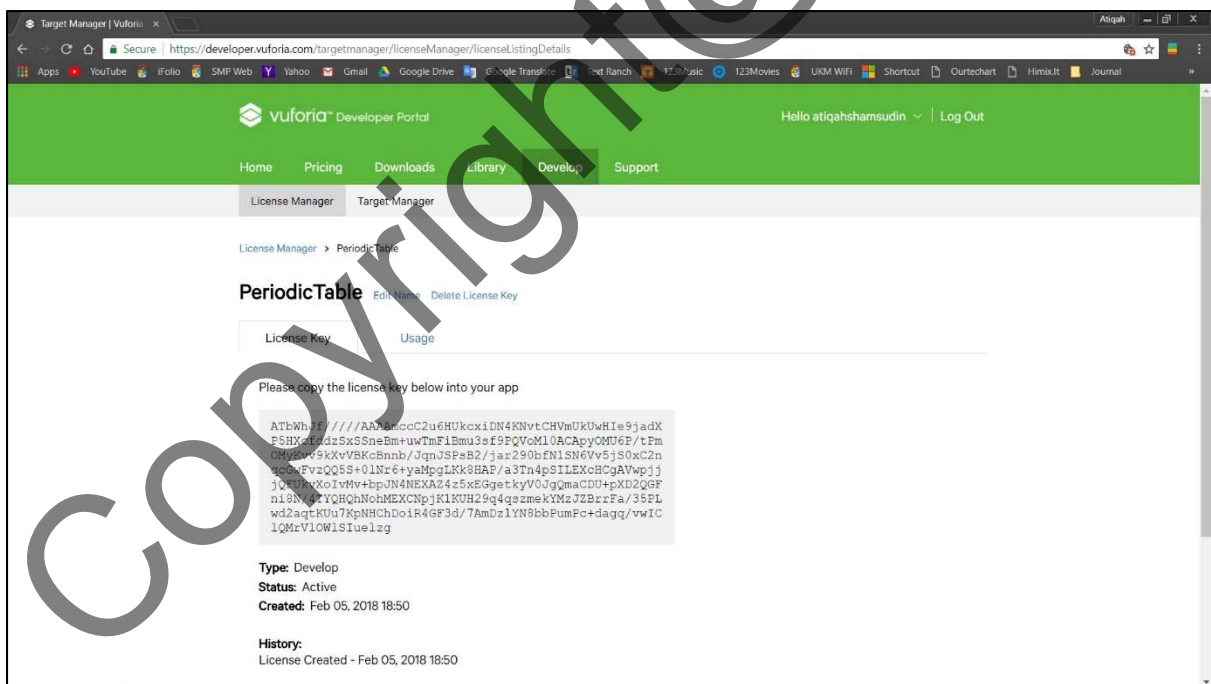
5.3 Pengintegrasian Modul Ke Dalam Platform Augmentasi Realiti

Untuk membangunkan sebuah aplikasi yang mengimplementasikan penggunaan teknologi AR, aplikasi ini perlu diintegrasikan ke dalam platform *Vuforia* yang merupakan kit pembangunan perisian bagi AR. Ia menggunakan teknologi *Computer Vision* bagi mengesan dan menyimpan data imej kad berpenanda.

Sebagai langkah mula, pembangun perlu mendaftar diri di laman *Vuforia Developer Portal* seperti yang ditunjukkan pada Rajah 5. Setelah berjaya membuat pendaftaran, pembangun perlu menambah *License Key* pada bahagian *Develop*. Pembangun perlu menekan butang “Get Development Key” dan memasukkan butir yang diperlukan. Rajah 6 merupakan *License Key* yang siap dijana di bawah nama *PeriodicTable*.



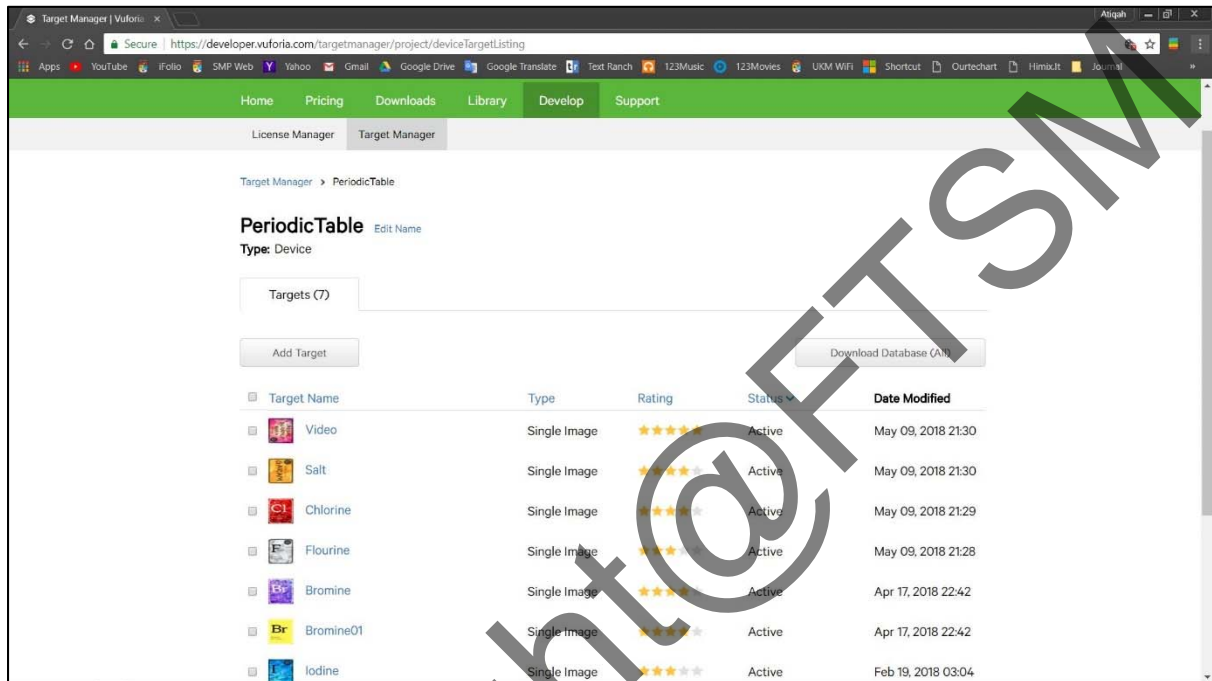
Rajah 5 Laman daftar masuk *Vuforia Developer Portal*.



Rajah 6 *License Key* untuk membangunkan persekitaran AR di bawah *PeriodicTable*.

Seterusnya, selepas menambah *License Key* pada bahagian *License Manager*, pembangun perlu memuat naik data imej kad berpenanda pada bahagian *Target Manager* pula.

Pembangun perlu menekan butang “*Add Database*” dan memasukkan nama pangkalan data serta memilih jenis sebelum ianya dijana. Pembangun kemudiannya menekan butang “*Add Target*” dan memuat naik setiap imej kad berpenanda. Data yang disimpan di bawah pangkalan *PeriodicTable* adalah seperti yang tertera pada Rajah 7.



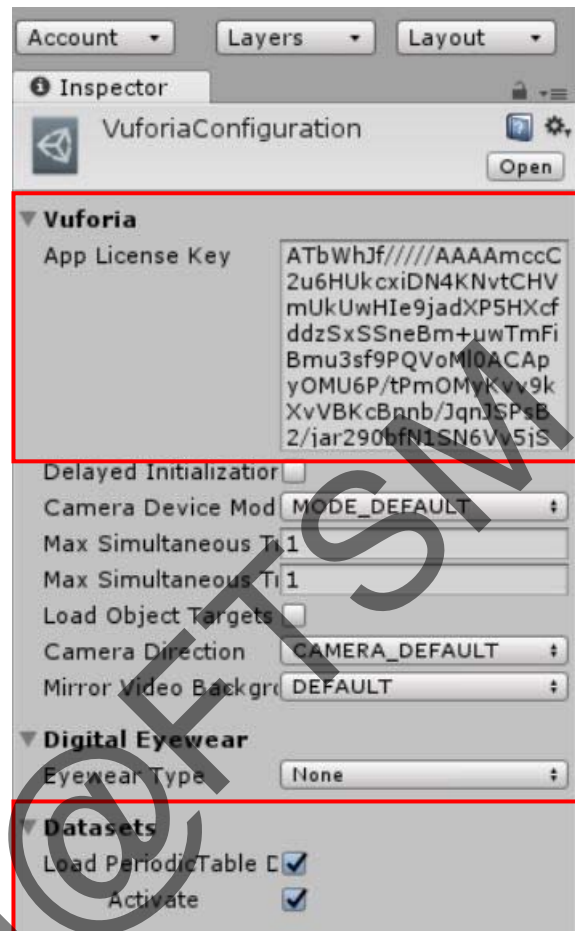
Rajah 7 Pangkalan data yang disimpan di bawah *PeriodicTable*.

Setelah berjaya memuat naik setiap data imej kad berpenanda, pembanguna perlu memuat turun pakej *PeriodicTable* yang mengandungi pangkalan data yang tersimpan imej kad berpenanda tersebut. Pembangun perlu menekan butang “*Download Database (All)*” dan memilih pada pilihan *Unity Editor* sebelum menekan butang “*Download*”.

Apabila pakej tersebut telah berjaya dimuat turun, pakej itu akan diimport masuk ke dalam perisian *Unity*. Pembangun perlu menyalin dan memasukkan kod License Key yang dijana tadi ke dalam bahagian *App License Key* apabila pembangun menekan butang buka konfigurasi Vuforia di bawah tetapan *Inspector ARCamera* seperti yang dilihat pada Rajah 8 (a) dan Rajah 8 (b). Pembangun kemudiannya perlu menanda pada ruangan “*Load PeriodicTable Data*” dan “*Activate*” di bawah bahagian *Datasets*.



Rajah 8 (a) Butang untuk buka konfigurasi Vuforia bahagian 1.

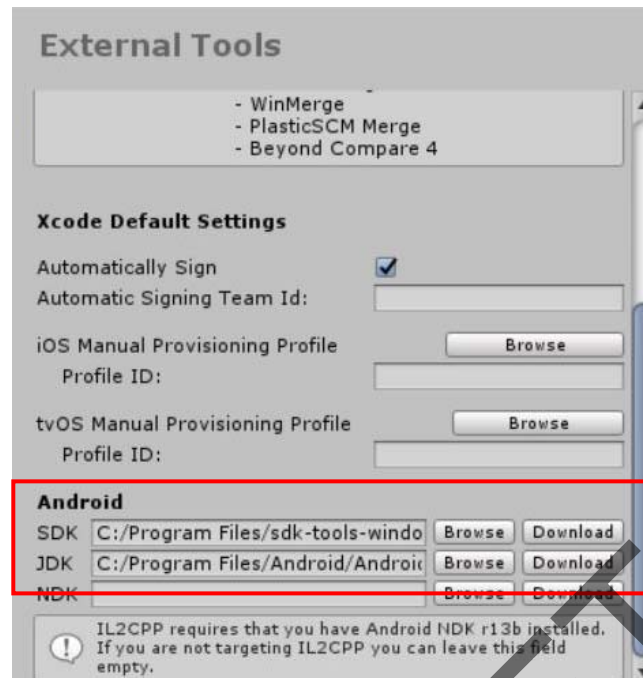


Rajah 8 (b) Butang untuk buka konfigurasi Vuforia bahagian 2.

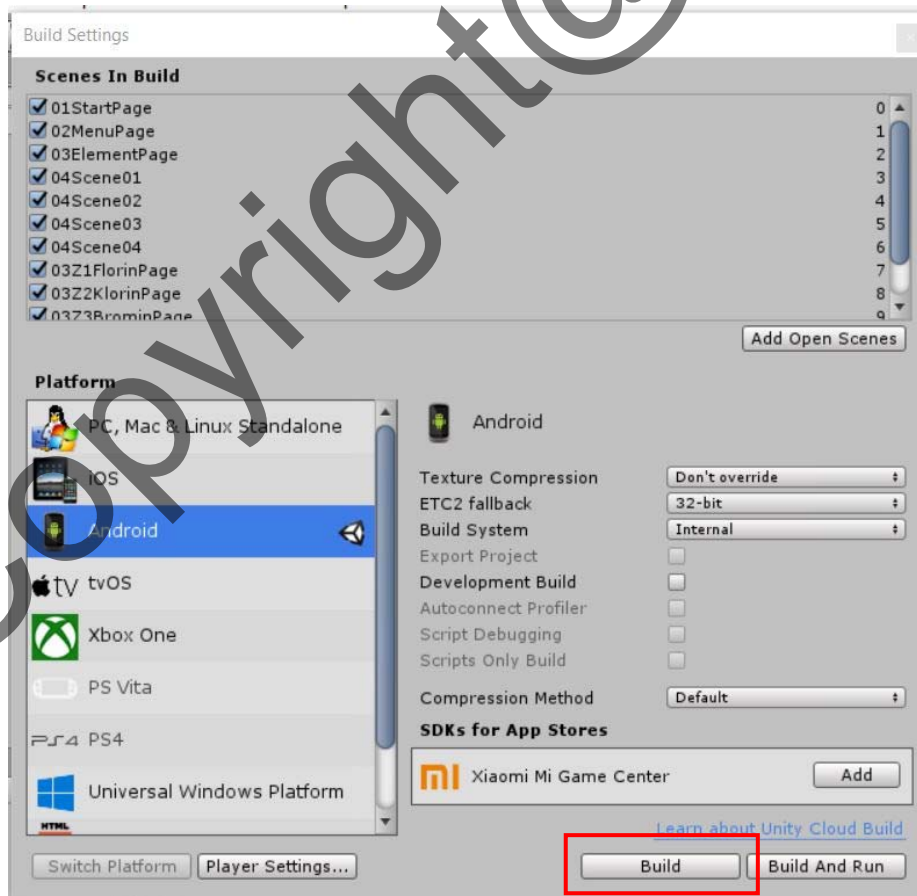
5.4 Pengeksportan Fail .unity Ke Fail .apk

Pembangun perlu mengeksport ke semua fail di dalam perisian Unity di bawah format *.unity* kepada format *.apk* selepas segala proses pembangunan telah selesai disiap. Untuk mengeksport fail ini pembangun terlebih dahulu perlu melengkapkan kit pembangunan SDK dan kit pembangunan JDK di bahagian bar atas *Edit > Preferences > External Tools > Android* seperti yang ditunjuk pada Rajah 9.

Kemudiannya pembangun perlu pergi ke bar atas yang tertera perkataan “File” dan memilih bahagian “Build Setting”. Setelah semuanya lengkap, pembangun menekan butang “Build” seperti pada Rajah 10 lalu aplikasi ini akan dibangun dengan fail format *.apk*. Fail *.apk* ini membolehkan aplikasi ini dimuat turun ke dalam telefon pintar mahupun *tablet* yang menggunakan sistem operasi *Android 4.4 Kit Kat* dan ke atas.



Rajah 9 Kit pembangunan SDK dan JDK.

Rajah 10 Butang untuk membangunkan aplikasi di dalam fail format *.apk*.

6 KESIMPULAN

Aplikasi jadual berkala kimia menggunakan teknologi AR ini dibangun untuk membantu pengguna khususnya pelajar sekolah menengah memahami dengan mudah terhadap pembelajaran jadual berkala kimia. Hal ini kerana menerusi kajian yang dilakukan, pelajar didapati mengalami masalah untuk mempelajari topik ini memandangkan ianya adalah sebuah topik yang tidak wujud secara mata kasar dan memerlukan pelajar untuk mengvisualisasikannya menerusi daya imaginasi. Konsep pembelajaran konvensional yang hanya merujuk kepada buku semata seakan tidak mampu untuk meningkatkan pemahaman pelajar. Oleh itu, aplikasi ini direka bagi memberi kelainan kepada pengguna dengan mewujudkan objek atom di dalam bentuk 3D beserta set soalan untuk menguji tahap kefahaman selain video tindak balas unsur dan animasi gabungan molekul bagi natrium klorida.

Cadangan bagi membangunkan aplikasi ini telah dilaksana dengan memasukkan elemen yang dinyatakan tersebut ke dalam kandungan aplikasi. Aplikasi ini mempunyai dua modul iaitu modul unsur atom dan modul soalan. Setiap paparan objek yang muncul pada skrin mengkehendaki pengguna untuk menggunakannya sebagai panduan untuk menjawab soalan yang disediakan. Proses pembangunan bagi aplikasi ini diterangkan secara terperinci menerusi spesifikasi keperluan aplikasi, spesifikasi reka bentuk dan spesifikasi pembangunan.

Secara keseluruhannya, aplikasi ini dilihat mampu untuk bertindak sebagai sebuah alat bantuan sokongan pembelajaran dan membantu para pelajar dan guru memahami dengan lebih jelas pelajaran jadual berkala kimia. Ianya berjaya mencapai objektif yang ditetapkan setelah menjalani proses pengujian. Maklum balas yang diterima menunjukkan hasil yang positif bagi setiap keperluan yang ingin dicapai. Aplikasi ini walau bagaimanapun memiliki kekangan dari segi kandungan dan tahap kesukaran namun ianya masih boleh diperkembang lagi.

7 RUJUKAN

- ARToolworks. 2013. ARToolKit for Unity.
- Bagley, M. & Contributor, L. S. 2016. What is chemistry? *Chem1 Virtual Textbook*,
<http://www.livescience.com/45986-what-is-chemistry.html>
- Billinghurst, M., Clark, A. & Lee, G. 2015. A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 8(2-3), 73-272.
 doi:10.1561/1100000049
- Cai, S., Wang, X. & Chiang, F. K. 2014. A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31-40.
 doi:10.1016/j.chb.2014.04.018
- Google Play. 2016. Google Play. *Google Play*,. Retrieved from
<https://play.google.com/store?hl=no>
- Kesim, M. & Ozarslan, Y. 2012. Augmented Reality in Education: Current Technologies and the Potential for Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47(222), 297-302. doi:10.1016/j.sbspro.2012.06.654
- Lee, K. 2012. Augmented Reality in Education and Training. *Techtrends Tech Trends*, 56(2), 13-21. doi:10.1007/s11528-012-0559-3
- McKalin, V. 2015. Augmented Reality vs . Virtual Reality : What are the differences and similarities ? *Tech Times*, 5(6), 1-6. Retrieved from
<http://www.techtimes.com/articles/5078/20140406/augmented-reality-vs-virtual-reality-what-are-the-differences-and-similarities.htm%5Cnhttp://www.techtimes.com/articles/5078/20140406/augmentedrealityvsvirtualrealitywhatarethedifferencesandsimilarities.%5Cn>
- Shelton, B. E. 2002. Augmented Reality and Education: Current Projects and the Potential for Classroom Learning. *New Horizons for Learning*, 9(1), 1-7. Retrieved from
http://www.worldcat.org/title/augmented-reality-and-education-current-projects-and-the-potential-for-classroom-learning/oclc/656182183&referer=brief_results
- Chem. Int. 2013. Periodic Table. 35(6) <http://www.sbcs.qmul.ac.uk/iupac/AtWt/table.html>