

PEMBINAAN DAN PENILAIAN MAKMAL MAYA (NORA VLAB) UNTUK MENERAPKAN KEMAHIRAN PROSES SAINS DALAM KALANGAN MURID

¹Norazilawati Abdullah, ²Noraini Mohamed Noh, ³Wong Kung Teck, ⁴Mahizer Hamzah
^{1,2,3,4}Fakulti Pendidikan dan Pembangunan Manusia
Universiti Pendidikan Sultan Idris
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

Abstrak

Kajian ini bertujuan membina dan menilai makmal maya (Nora VLab) yang berasaskan aplikasi multimedia bagi menerapkan kemahiran proses sains dalam kalangan murid. Terdapat tiga objektif kajian ini iaitu membangunkan perisian makmal maya (Nora VLab) dalam satu sub tajuk iaitu “Ketumpatan”, mengkaji kebolehgunaan perisian Nora VLab dalam proses pengajaran dan pembelajaran serta mengkaji kebolehgunaan perisian Nora VLab untuk membantu murid dalam penerapan kemahiran proses sains. Model rekabentuk pengajaran ADDIE diguna sebagai panduan rekabentuk Nora VLab. Kajian ini terdiri daripada tiga fasa. Fasa pertama kajian bertujuan untuk mengumpul maklumat tentang kesukaran dan kekerapan tajuk Ketumpatan terdapat dalam sukatan mata pelajaran sains, model pembelajaran serta reka bentuk yang sesuai. Fasa kedua kajian adalah untuk membangunkan perisian Nora VLab. Susunan konsep dan kemahiran dalam perisian Nora VLab adalah berdasarkan Teori Kognitivisme, Teori Konstruktivisme dan Teori Kontekstual. Program yang digunakan dalam membangunkan Nora VLab ialah Macromedia Flash. Fasa ketiga ialah untuk menilai kebolehgunaan perisian yang dibangunkan yang melibatkan lapan orang pakar. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan senarai semak. Kajian ini telah menghasilkan satu perisian Nora VLab yang dapat membantu murid menjalankan eksperimen seperti berada di dalam makmal sebenar. Pendekatan pembelajaran melalui Nora VLab menekankan penggunaan pendekatan kontekstual, simulasi, visual dan audio didapati dapat menerapkan kemahiran proses sains bersepadu. Nora VLab pastinya menjadikan pembelajaran sains lebih menyeronokkan.

Kata kunci *Pembinaan, penilaian, makmal maya, Nora VLab, Kemahiran Proses Sains.*

Abstract

This study aims to develop and evaluate virtual laboratory (Nora VLab) based multimedia application for implementing the science process skills among students. There are three objectives of this study namely developed software virtual laboratory (Nora VLab) in the sub title of “Density”, examines the usability of software Nora VLab in the process of teaching and learning and its ability to apply science process skills in Science among students. ADDIE instructional design model was used in the process of developing the Nora VLab. The study consisted of three phases. The first phase of the study

was to collect information on the difficulty and its frequency for the topic of “*Density*” that based on the Science syllabus. The second phase of the study is to develop software Nora VLab. The composition of the concepts and skills in the software were based on the Theory of Cognitivism, Theory of Constructivism and Theory of Contextual. Macromedia Flash program was used in the development of Nora VLab. The third phase is to assess the usability of the software developed which involving eight experts. Data were collected by using the checklist. This research has produced software Nora VLab that can help students conduct experiments like as in a real laboratory. Contextual and simulation approaches, with the help of visual and audio are used in Nora VLab and its have been proven can integrate the science process skills among students. Nora VLab definitely makes learning of Science more interesting.

Keywords *Development, evaluation, Virtual Lab, Science Process Skills.*

PENGENALAN

Proses menjalankan eksperimen sains di makmal memerlukan perancangan awal dan teliti. Penggunaan pelbagai alatan dan bahan kimia yang berbahaya serta risiko kegagalan eksperimen dan kos yang tinggi ditambah pula dengan masalah kawalan kelas dan keadaan makmal sekolah yang tidak sempurna menyebabkan guru kurang menjalankan aktiviti eksperimen (Toth, Ludvico & Morrow, 2012). Akibatnya murid tidak terlibat dengan kemahiran proses sains iaitu kemahiran mengeksperimen kerana aktiviti secara hands on tidak berlaku. Selaras dengan Pelan Pembangunan Pendidikan (PPPM 2013-2025) yang ke-7 iaitu ingin memanfaatkan ICT bagi meningkatkan kualiti pembelajaran di Malaysia, kajian ini bertujuan membangun dan menilai keberkesanan perisian makmal maya yang berasaskan aplikasi multimedia bagi membantu meningkatkan kemahiran proses sains dalam kalangan murid sekolah rendah.

Selama berdekad lamanya teknologi telah menjadi sebahagian daripada pengajaran dan pembelajaran. Jenis teknologi dan kepentingannya terhadap proses pengajaran dan pembelajaran telah menghadapi gelombang perubahan saban hari. Di Malaysia, bidang sains dan teknologi merupakan satu bidang yang mendapat perhatian yang tinggi. Malah, bidang ini juga dianggap sebagai satu bidang yang penting untuk “mengekalakan pembangunan ekonomi, memperbaiki mutu hidup dan keselamatan negara” (Dasar Sains Negara). Oleh itu, pelbagai usaha telah dijalankan agar bidang sains dan teknologi diterima dan menjadi sebahagian yang penting dalam hidup masyarakat negara ini.

Sejak kemunculan teknologi internet, ianya telah mengubah corak hidup komuniti dan masyarakat di seluruh dunia dalam pelbagai bidang seperti pendidikan, ekonomi, politik, sosial dan sebagainya. Penggunaan internet terus berkembang dari masa ke semasa. Diantara bidang yang turut berkembang dalam era internet ini ialah pembelajaran maya (*virtual learning*). Pembelajaran maya seharusnya berlaku seperti pembelajaran biasa, di mana berlaku komunikasi dua hala di antara guru dengan murid dan di antara murid dengan murid yang lain. Namun yang membezakan ialah

mereka tidak bertemu secara bersemuka tetapi bertemu di ruang maya. Seterusnya, di dalam pembelajaran maya juga ada proses pemantauan dan penilaian. Pembelajaran seharusnya tidak berlaku hanya sehalu sahaja iaitu pengajar memberikan bahan-bahan pengajaran dan pelajar menerima serta meluahkan semula melalui peperiksaan. Pembelajaran maya seharusnya lebih berfokuskan pelajar, di mana pelajar secara aktif menyelesaikan segala permasalahan yang diberikan melalui penerokaan, perbincangan dan berfikir pada tahap tinggi (Norazilawati, 2013).

Makmal maya merupakan sebuah kaedah pendidikan baru yang lebih murah, mudah dan dapat menarik perhatian pelajar untuk terus belajar. Terdapat beberapa konsep makmal maya yang pernah dilaksanakan seperti pembelajaran menggunakan *world wide web (www)* dan *learning by doing*. Melalui penggunaan komputer, pelajar boleh melakukan eksperimen seperti berada di dalam makmal sebenar. Pendekatan pembelajaran melalui persekitaran makmal maya menekankan penggunaan pendekatan kontekstual, simulasi, visual dan audio dengan konsep dua hala yang dijangka dapat melahirkan pelajar yang lebih kreatif dan kritis. Di samping itu, eksperimen boleh dilaksanakan berulang kali dan bahan pembelajaran dapat dipersembahkan dalam bentuk teks, gambar, animasi, serta berasaskan senario sebenar. Pelajar dapat melaksanakan eksperimen dalam kadar pencapaiannya secara sendiri. Pelajar akan berada dalam dunia maya serta boleh mengubah kedudukan dan orientasi objek. Pelajar juga boleh menggerakkan dan meletakkan objek serta boleh berinteraksi dengan objek-objek tersebut. Pembelajaran berasaskan makmal maya ini dijangka akan membuatkan pelajar lebih *self-reliant* dalam pembelajaran mereka, kerana mereka boleh menentukan kadar pembelajaran serta menentukan arah pembelajaran mereka secara sendiri.

PERNYATAAN MASALAH

Pembelajaran sains di makmal biasanya terdedah dengan penggunaan pelbagai alatan dan bahan kimia yang berbahaya (Toth, Ludvico & Morrow, 2012). Disamping itu, persediaan awal perlu dilakukan bagi menyediakan peralatan serta radas dan bahan untuk melakukan eksperimen. Proses menjalankan eksperimen biasanya melibatkan kos dari segi masa, peralatan dan bahan eksperimen jika berlaku pengulangan eksperimen akibat kegagalan memperoleh hasil yang sepatutnya (Li-Chiou & Tao, 2012). Ini belum ditambah dengan masalah kawalan kelas dan keadaan makmal sekolah yang tidak sempurna menyebabkan guru kurang menjalankan aktiviti eksperimen sebaliknya hanya menjalankan demonstrasi sahaja (Alexiou et al., 2004). Akibatnya murid tidak terlibat dengan kemahiran proses sains iaitu kemahiran mengeksperimen kerana aktiviti secara hands on tidak berlaku.

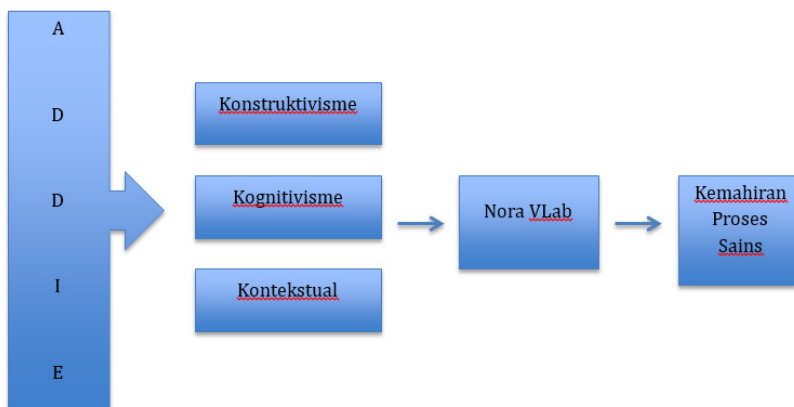
Melalui penggunaan perisian makmal maya, murid boleh melakukan eksperimen seperti berada di dalam makmal sebenar (Dillenbourg, 2007). Pendekatan pembelajaran melalui persekitaran makmal maya menekankan penggunaan pendekatan kontekstual, simulasi, visual dan audio dengan konsep dua hala yang dijangka dapat melahirkan pelajar lebih kreatif dan kritis (Tatli & Ayas, 2013). Di samping itu, eksperimen boleh dilaksanakan berulang kali dan bahan pembelajaran dapat dipersembahkan dalam bentuk bentuk teks, gambar, animasi serta berasaskan senario sebenar (Singh, 2012). Murid dapat melaksanakan eksperimen dalam kadar pencapaiannya sendiri. Murid

akan berada dalam dunia maya serta boleh mengubah kedudukan dan orientasi objek. Murid juga boleh menggerakkan dan meletakkan objek serta boleh berinteraksi dengan objek-objek tersebut Ramasundaram, Grunwald, Mangeot, Comerford & Bliss, 2005). Pembelajaran berasaskan makmal maya ini akan membuatkan pelajar lebih seronok dan self-reliant dalam pembelajaran mereka, ini kerana mereka boleh menentukan kadar pembelajaran serta menentukan masa pembelajaran mereka secara sendiri. Ini akan menyelesaikan masalah kekurangan komputer untuk keperluan semua pelajar, guru juga menghadapi masalah untuk memilih perisian kursus multimedia yang berkualiti bagi memenuhi keperluan objektif pengajaran dan pembelajaran dalam bilik darjah.

KERANGKA KONSEPTUAL

Model rekabentuk pengajaran ADDIE diguna sebagai panduan rekabentuk pengajaran yang terdiri daripada lima peringkat iaitu analisis, rekabentuk, pembangunan, pelaksanaan dan penilaian. Pembangunan Nora VLab juga berasaskan pendekatan kognitivisme, konstruktivisme dan kontekstual.

Teori kognitivisme merujuk kepada proses pemikiran yang berlaku kepada seseorang ketika proses pengajaran dan pembelajaran sedang dijalankan. Ini adalah berkaitan dengan ingatan jangka pendek dan jangka panjang. Teori ini juga menyarankan bahawa semasa pembelajaran, pelajar membentuk struktur kognitif dalam ingatannya (Reed, 2000). Pendekatan konstruktivisme membawa maksud pelajar belajar secara membentuk konstruk yang berterusan, membuat tafsiran dan mengubahsuai fahaman mereka berasaskan realiti pengalaman dan hubungan secara terus dengan persekitaran. Manakala secara kontekstual pula, merupakan sebuah konsep yang dapat membantu guru menyampaikan isi kandungan pelajaran berasaskan situasi sebenar ataupun kehidupan sebenar pelajar bagi menghubungkan pengetahuan baru yang diperoleh dengan senario kehidupan seharian sebenar. Pengajaran dan pembelajaran secara kontekstual turut menekankan pendekatan amali untuk memberikan pelajar pengalaman menggunakan alat radas serta menggunakan konsep yang dipelajari secara *hands-on*.



Rajah 1 Kerangka Konseptual Kajian

OBJEKTIF KAJIAN

Objektif kajian ini adalah:

- 1) Membangunkan perisian makmal maya (Nora VLab) dalam satu sub tajuk iaitu “Ketumpatan” yang terdapat dalam sukatan mata pelajaran sains Tahun 1, Tahun 2 dan Tahun 3.
- 2) Mengkaji kebolegunaan perisian Nora VLab dalam proses pengajaran dan pembelajaran.
- 3) Mengkaji kebolegunaan perisian Nora VLab untuk membantu murid dalam penerapan kemahiran proses sains.

METODOLOGI KAJIAN

Pembangunan Nora Vlab terdiri daripada tiga fasa yang utama iaitu:

- i) Fasa pertama: Mengenalpasti model dan rekabentuk pembelajaran
Fokus utama fasa 1 adalah untuk mengumpul maklumat tentang kesukaran dan kekerapan tajuk Ketumpatan terdapat dalam sukatan mata pelajaran sains. Mengenalpasti model pembelajaran dan reka bentuk pembelajaran melalui temubual secara tidak formal dengan pakar dalam bidang pendidikan sains dan multimedia. Model yang digunakan sebagai panduan pembinaan Nora VLab adalah Model ADDIE.
- ii) Fasa kedua : Membangunkan perisian makmal maya (Nora VLab)
Fasa kedua kajian adalah untuk membangunkan Nora VLab. Susunan konsep dan kemahiran dalam Nora VLab adalah berdasarkan Teori Kognitivisme, Teori Konstruktivisme dan Teori Kontekstual. Program yang digunakan dalam membangunkan Nora VLab ialah Macromedia Flash.
- iii) Fasa ketiga : Menilai kebolegunaan Nora VLab
Fasa ketiga ialah untuk menilai kebolegunaan perisian yang dibangunkan yang akan melibatkan lapan orang pakar. Pengumpulan data juga akan dilakukan dengan menggunakan senarai semak bagi menilai penerapan kemahiran proses sains menggunakan perisian Nora VLab.

DAPATAN KAJIAN

Kandungan Makmal Maya (Nora VLab)

Pembelajaran berasaskan makmal maya bermula dengan skrin masuk Nora VLab. Pelajar boleh memilih ikon *Klik Di Sini* untuk memasuki Nora VLab ataupun ikon *X* untuk keluar dari sistem seperti yang terdapat dalam rajah 2.



Rajah 2 Skrin paparan utama Nora Vlab

Skrin seterusnya ialah pilihan eksperimen, untuk edisi pertama murid dikehendaki klik *Jom Ekperimen 1* untuk eksperimen bertajuk Ketumpatan seperti pada rajah 3.



Rajah 3 Pilihan eksperimen; Ekperimen 1 bertajuk Ketumpatan

Seterusnya paparan *Fikirkan* akan keluar. Paparan ini merupakan soalan kemahiran berfikir yang bertujuan untuk mencetus minda agar murid teruja untuk menjalankan eksperimen. Murid akan klik ikon *Jom Bereksperimen* untuk menjalankan eksperimen seperti rajah 4.



Rajah 4 Soalan Kemahiran berfikir

Seterusnya skrin akan memaparkan eksperimen 1, di mana rajah radas serta arahan akan kelihatan. Pelajar dikehendaki membaca arahan dan klik pada ikon radas. Sekiranya pelajar tidak faham arahan, pelajar boleh klik pada ikon *kembali*. Di paparan ini juga ada ikon mentol, jika pelajar klik ikon *Mentol*, info sains akan kelihatan untuk memberikan maklumat tambahan berkenaan teori sains yang berkaitan dengan eksperimen. Sekiranya pelajar tidak dapat meneruskan eksperimen, mereka boleh klik ikon *menu* untuk kembali ke menu utama. Skrin eksperimen seperti pada rajah 5 (a-e).



Rajah 5(a) Paparan Eksperimen: Arahan 1



Rajah 5 (b) Paparan Eksperimen: Arahan 2



Rajah 5 (c) Paparan Eksperimen: Arahan 3

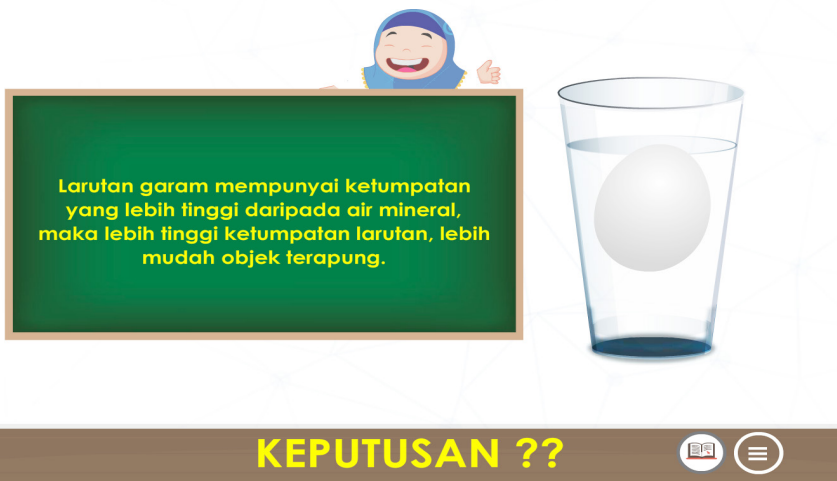


Rajah 5 (d) Paparan Eksperimen: Arahan 4



Rajah 5 (e) Paparan Eksperimen: Arahan 5

Setelah murid mengikut semua arahan yang dipaparkan di skrin, murid akan mendapat jawapan pada soalan pencetus idea di awal eksperimen. Dengan klik Ikon ?, skrin akan memaparkan jawapan seperti rajah 6.



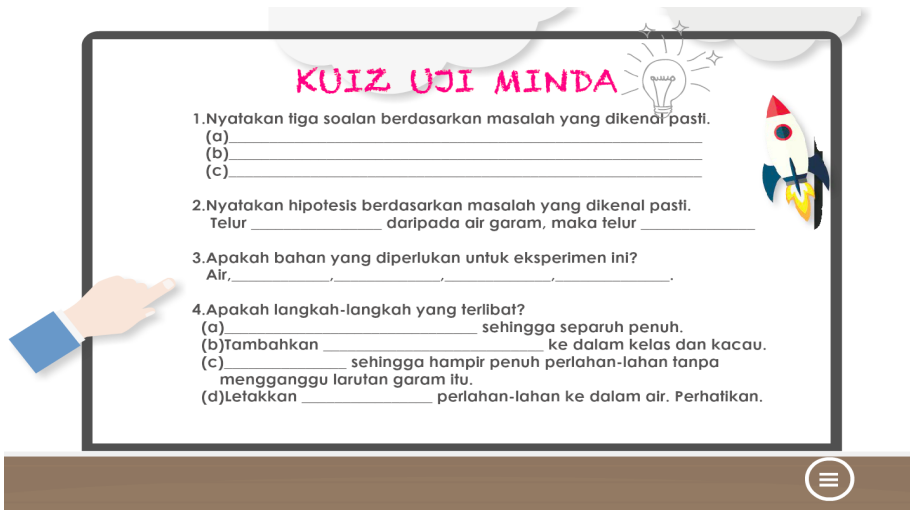
Rajah 6 Jawapan soalan pencetus idea

Seterusnya pelajar digalakkan untuk mendapatkan info sains dengan mengklik ikon *Mentol* dan paparan seperti rajah 7 akan kelihatan.



Rajah 7 Info Sains

Sekiranya pelajar ingin mengulang eksperimen, pelajar boleh klik ikon *Kembali*. Sekiranya pelajar telah faham, pelajar boleh menguji tahap kefahaman dan kemahiran proses sains mereka dengan mengklik ikon *Buku (uji minda)*. Paparan soalan Kuiz Uji Minda akan kelihatan seperti rajah 8.



Rajah 8 Kuiz Uji Minda (Soalan Kemahiran Proses Sains)

Kesahan Dan Kebolegunaan Makmal Maya (Nora VLab)

Kesahan Nora VLab dilakukan melalui analisis senarai semak. Seramai 8 orang responden telah mengisi senarai semak yang telah disediakan. Ianya terdiri daripada pensyarah Pendidikan Sains, Pensyarah Teknologi Instruksional dan guru Sains yang mempunyai pengalaman lebih 10 tahun.

Setiap item di dalam senarai semak dibina berdasarkan penilaian dari segi kurikulum, pedagogi, teknikal dan kosmetik Nora VLab. Responden juga diminta memberi ulasan serta cadangan untuk menambahbaik perisian.

Jadual 1 Jadual analisis senarai semak (aspek kurikulum)

Bil	Item (Kurikulum)	Jumlah Responden Bersetuju
1	Nora VLab berasaskan sukatan matapelajaran sains bagi tajuk Ketumpatan.	7
2	Nora VLab memberi maklumat yang tepat berkenaan eksperimen yang dijalankan.	8
3	Nora VLab berfokuskan kemahiran proses sains.	8
4	Nora VLab menggalakkan pemikiran kreatif & kritis.	5
5	Nora VLab adalah berkaitan dengan pengalaman sebenar murid.	7
6	Nora VLab menggunakan bahasa yang betul dan jelas.	8
7	Nora VLab adalah mengikut urutan yang sesuai (mudah kepada kompleks).	6
8	Nora VLab membantu murid memahami konsep sains dengan mudah dan cepat.	8

9	Nora VLab menggalakkan murid membuat eksperimen secara sendiri berulang kali.	8
10	Bahan dalam Nora VLab boleh diintegrasikan dengan bahan P&P yang lain (Contoh: buku teks).	7

Jadual 1 menunjukkan analisis senarai semak berdasarkan aspek kurikulum. Kesemua responden bersetuju bahawa Nora VLab memberikan maklumat yang tepat berkenaan eksperimen dan ianya berfokuskan kemahiran sains. Mereka juga bersetuju bahawa Nora VLab menggunakan bahasa yang betul dan jelas, membantu murid memahami konsep sains dengan mudah dan cepat serta menggalakkan murid membuat eksperimen secara sendiri berulang kali. Keseluruhannya Nora VLab menepati aspek kurikulum matapelajaran sains.

Jadual 2 Jadual analisis senarai semak (aspek pedagogi)

Bil	Item (Pedagogi)	Jumlah Responden Bersetuju
1	Nora VLab mengaplikasikan teori pengajaran dan pembelajaran yang bersesuaian.	8
2	Nora VLab menggunakan pendekatan pengajaran yang sesuai dengan topik.	7
3	Nora VLab boleh digunakan murid tanpa bantuan bahan lain.	8
4	Nora VLab sesuai untuk permulaan pengajaran.	6
5	Nora VLab sesuai untuk pertengahan pengajaran.	6
6	Nora VLab sesuai digunakan pada akhir pengajaran.	7
7	Nora VLab sesuai untuk aktiviti latihan.	8
8	Nora VLab sesuai untuk aktiviti pemulihan.	8
9	Nora VLab sesuai untuk aktiviti pengayaan.	8
10	Nora VLab sesuai untuk aktiviti pengukuhan.	8
11	Nora VLab boleh digunakan untuk ujian formatif.	8
12	Nora VLab boleh digunakan sebagai bahan sokongan P&P.	8
13	Nora VLab sesuai untuk pelajar lemah, sederhana dan cemerlang.	6
14	Nora VLab mengandungi pelbagai kemahiran proses sains asas.	7
15	Nora VLab mengambil kira elemen pelbagai gaya pembelajaran murid.	7
16	Nora VLab mengambil kira elemen pelbagai kecerdasan (<i>multiple intelligences</i>).	8
17	Nora VLab dapat mengekalkan perhatian murid kepada kandungan perisian hingga selesai.	8

18	Nora VLab mengandungi aspek penilaian pembelajaran yang membantu meningkatkan pemahaman murid.	8
19	Nora VLab membolehkan murid mengaplikasikan pengetahuan yang diperolehi ke dalam situasi baru.	7
20	Penggunaan Nora VLab membantu murid melakukan refleksi sendiri tentang kefahamannya.	8

Jadual 2 menunjukkan analisis senarai semak berdasarkan aspek pedagogi. Kesemua responden bersetuju bahawa Nora VLab mengaplikasikan teori pengajaran dan pembelajaran yang bersesuaian serta boleh digunakan oleh murid tanpa bantuan bahan lain. Kesemua responden juga bersetuju bahawa Nora VLab sesuai untuk aktiviti latihan, pemulihan, pengayaan, pengukuhan, ujian formatif dan juga boleh digunakan sebagai bahan sokongan P&P. Responden juga bersetuju bahawa Nora VLab mengambil kira elemen pelbagai kecerdasan (*multiple intelligences*) yang dapat mengekalkan perhatian murid kepada kandungan perisian hingga selesai. Nora VLab juga mengandungi aspek penilaian pembelajaran yang membantu meningkatkan pemahaman murid di samping dapat membantu murid melakukan refleksi sendiri untuk menguji kefahaman mereka. Keseluruhannya, responden bersetuju bahawa Nora VLab menepati aspek pedagogi dalam menyampaikan ilmu dalam matapelajaran sains.

Jadual 3 Jadual analisis senarai semak (aspek teknikal)

Bil	Item (Teknikal)	Jumlah Responden Bersetuju
1	Arahan skrin Nora VLab mudah difahami.	8
2	Nora VLab mudah digunakan tanpa bantuan orang lain.	8
3	Nora VLab mempunyai audio yang jelas.	8
4	Nora VLab mempunyai elemen multimedia yang menarik.	8
5	Nora VLab mempunyai elemen multimedia yang relevan.	8

Jadual 3 menunjukkan analisis senarai semak berdasarkan aspek teknikal. Keseluruhannya, semua responden bersetuju bahawa arahan pada skrin Nora VLab mudah difahami, mudah digunakan tanpa bantuan orang lain, mempunyai audio yang jelas serta elemen multimedia yang menarik dan relevan.

Jadual 4 Jadual analisis senarai semak (aspek kosmetik)

Bil	Item (Kosmetik)	Jumlah Responden Bersetuju
1	Paparan skrin (layout) Nora VLab adalah menarik.	7
2	Persembahan kandungan Nora VLab pada skrin adalah menarik.	7

3	Saiz huruf Nora VLab mudah dibaca.	7
4	Bentuk huruf Nora VLab adalah sesuai dengan peringkat murid.	7
5	Objek yang digunakan Nora VLab adalah jelas dan menarik.	8
6	Objek yang ditunjukkan Nora VLab membantu dalam proses P&P.	8
7	Objek yang ditunjukkan Nora VLab adalah menepati kandungan eksperimen.	8
8	Muzik yang digunakan dalam Nora VLab adalah menarik.	6
9	Grafik yang ditunjukkan dalam Nora VLab adalah jelas dan memuaskan.	8
10	Nora VLab mempunyai animasi yang lancar.	7
11	Nora VLab mempunyai elemen interaktif yang menyeronokkan.	8
12	Keseluruhan Nora VLab adalah menarik.	8

Jadual 4 menunjukkan analisis senarai semak berdasarkan aspek kosmetik. Kesemua responden bersetuju objek yang digunakan Nora VLab adalah jelas dan menarik, membantu proses P&P serta menepati kandungan eksperimen. Responden juga bersetuju bahawa grafik yang ditunjukkan dalam Nora VLab adalah jelas dan memuaskan serta mempunyai elemen interaktif yang menyeronokkan. Secara keseluruhannya bagi aspek kosmetik responden sependapat menyatakan Nora VLab adalah menarik.

Kesimpulannya, hasil analisis senarai semak, majoriti responden bersetuju bahawa Nora VLab memenuhi aspek kurikulum, pedagogi, teknikal dan kosmetik. Di bahagian ulasan, kesemua responden memberi komen dan pandangan yang positif. Mereka bersetuju bahawa pembangunan Nora VLab ini baik, tepat, mudah difahami dan boleh digunakan di dalam matapelajaran sains. Menurut salah seorang responden, Nora VLab ini amat mantap dan dapat membantu murid menjalankan eksperimen dan menerapkan kemahiran proses sains. Nora VLab ini juga membolehkan murid menjadi lebih kreatif, berani dan bersedia menggunakan perisian dalam pembelajaran Sains walaupun pembelajaran secara sendiri. Selain itu, Nora VLab ini merupakan perisian 3 dalam satu. Murid yang memiliki Nora VLab dapat menjalankan eksperimen secara maya, memahami konsep sains dan fakta sains serta menguji kemahiran proses sains mereka. Tiga orang responden mengatakan bahawa Nora VLab ini perlu dibangunkan dengan menjalankan seberapa banyak eksperimen yang boleh mengikut sukatan pelajaran sains agar boleh digunakan sebagai rujukan penguasaan kemahiran proses sains yang utama oleh semua murid.

KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, kajian ini telah berjaya membangunkan makmal maya Nora VLab bagi tajuk Ketumpatan yang terdapat dalam sukatan mata pelajaran sains Tahun 1, Tahun 2, dan Tahun 3. Reka bentuk makmal maya Nora VLab dibina berasaskan

pendekatan kognitivisme, konstruktivisme dan kontekstual berpandukan model ADDIE. Berdasarkan analisis senarai semak, responden kajian yang menilai Nora VLab ini mengesahkan bahawa Nora VLab boleh digunakan untuk pengajaran dan pembelajaran sains. Nora VLab juga boleh dijadikan bahan pembelajaran sendiri dan ianya mampu meningkatkan kemahiran proses sains pelajar. Untuk akan datang, disarankan lebih banyak eksperimen dibangunkan dalam makmal maya Nora VLab bagi tajuk-tajuk sains yang lain.

RUJUKAN

- Alexiou, A. Bouras, C. & Giannaka, E. 2004. *Technology Enhanced Learning*. Boston : Springer.
- Alexiou .2011. *Handbook on Advancements in Smart Antenna Technologies for Wireless Networks*. IGI Global.
- Dick, W. & Carey, L. M. 1990. *The systematic design of instructional development models*. Ed. Ke-3. Glenview, IL : Harper Collins Publisher.
- Dillenbourg, P., & Jermann, P. (2007). Designing integrative scripts. In F. Fischer, H. Mandl, J. Haake, & I. Kollar (Eds.), *Scripting computer-supported collaborative learning - Cognitive, computational, and educational perspectives* (pp. 275–301). New York: *Springer Computer-supported Collaborative Learning Series*.
- Li-Chiou, C., & Tao, L. 2012. Teaching web security using portable virtual labs. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(4), 39
- Norazilawati Abdullah. 2013. Aplikasi Persekitaran Pengajaran Maya (Frog VLE) Dalam Kalangan Guru Sains. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia: 2232-0393*
- Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025
- Ramasundaram, V., Grunwald, S., Mangeot, A., Comerford, N. B., & Bliss, C. M. (2005). Development of an environmental virtual field laboratory. *Computers & Education*, 45(1), 21-34.
- Read, J. R. & Kable, S. H. 2007. Educational analysis of the first year chemistry experiment ‘Thermodynamics Think-In’: an ACELL experiment. *Chemistry Education Research and Practice* 8 : 255-273.
- Yusup Hashim. (2003). Konsep dan Aplikasi Teknologi Maklumat dan Komunikasi (ICT) dalam Instruksional dan Pembelajaran. Paper presented at the Prosiding Konvensyen Teknologi Pendidikan ke -16. 13-16 Jun 2003, Kuala Lumpur. Persatuan Teknologi Pendidikan Malaysia.
- Singh, G. (2012). Computer simulations of quantum theory of hydrogen atom for natural science education students in a virtual lab. *Journal of Educational Technology Systems*, 40(3), 273-286.
- Tatli, Z., & Ayas, A. (2013). Effect of a virtual chemistry laboratory on students’ achievement. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(1), 159-n/a.