

Taksonomi Ralat Bagi Aksesibiliti Persekitaran Pembelajaran Maya Untuk Pengguna Kurang Upaya Penglihatan

Faridah Hanim binti Haron, Fadhilah binti Rosdi

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi, Selangor Malaysia.

ir.hanim@gmail.com, fadhilah.rosdi@ukm.edu.my

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan teknologi internet, aplikasi pembelajaran maya atau VLE telah dijadikan sebagai medium pembelajaran secara dalam talian oleh pengguna kurang upaya. Namun penggunaan VLE ini tidak dapat dimanfaatkan sepenuhnya oleh pengguna kurang upaya penglihatan kategori buta disebabkan isu aksesibiliti terutama apabila menggunakan teknologi sokongan seperti perisian pembaca skrin (PPS) untuk membuat capaian ke aplikasi tersebut. Ini berlaku disebabkan oleh aspek aksesibiliti yang tidak dititikberatkan dalam proses pengujian sistem dan ketiadaan rujukan mengenai ralat aksesibiliti terutama bagi skop VLE. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti ralat aksesibiliti yang sering dihadapi oleh pengguna kurang upaya penglihatan kategori buta apabila menggunakan PPS untuk membuat capaian ke VLE dan membangunkan taksonomi ralat bagi aksesibiliti VLE yang boleh dirujuk semasa proses pengujian. Bagi mencapai tujuan tersebut, pengujian aksesibiliti VLE menggunakan perisian pembaca skrin (PPS) telah dilaksanakan melalui kajian ini. Sesi pengujian ini dilaksanakan di sebuah sekolah pendidikan khas seliaan Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) dengan melibatkan murid kurang upaya penglihatan kategori buta. Dapatan pengujian ini dianalisis berdasarkan kriteria Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) versi 2.0 untuk menghasilkan subkategori taksonomi. Subkategori yang dikenalpasti ini dipetakan kepada komponen dan kategori utama taksonomi menggunakan gabungan pendekatan atas-bawah dan bawah atas. Hasilnya, taksonomi ralat aksesibiliti dibangunkan. Proses penilaian pakar pula dilaksanakan bagi menilai kesesuaian taksonomi sebagai panduan pengujian mengikut perspektif pengujian sistem. Output daripada kajian ini berupaya membantu penguji novis melaksanakan pengujian aksesibiliti dengan lebih berkesan terutama bagi tujuan pengujian aplikasi e-pembelajaran seperti VLE.

1. PENGENALAN

Perkembangan teknologi ICT telah menyumbang kepada perubahan dalam teknologi e-pembelajaran seperti aplikasi persekitaran pembelajaran maya atau VLE. Manfaat daripada aplikasi VLE ini meliputi pelbagai latarbelakang pengguna termasuk pengguna kurang upaya penglihatan. Pengguna kurang upaya penglihatan menggunakan perisian pembaca skrin untuk mengakses VLE.

Namun, kajian membuktikan bahawa sebanyak 30.4% masa telah dibazirkan oleh pengguna semasa melayari laman web menggunakan perisian pembaca skrin (Lazar et al. 2007). Ini berlaku disebabkan kegagalan laman web untuk berintegrasi sepenuhnya dengan perisian pembaca skrin untuk melaksanakan fungsi tertentu seperti paparan web yang mengelirukan pembaca skrin untuk memberi maklumbalas, konflik diantara perisian pembaca skrin dan laman web dan rekabentuk laman web yang lemah.

Perisian pembaca skrin berintegrasi dengan VLE dengan mensintesis suara berdasarkan input daripada paparan skrin. Namun tidak semua input daripada paparan skrin dapat dibaca. Ini disebabkan oleh limitasi perisian pembaca skrin atau kelemahan rekabentuk VLE yang telah menjejaskan aksesibiliti murid kurang upaya penglihatan kategori buta. Aksesibiliti dalam konteks ini memberi maksud menyediakan maklumat yang memberi makna kepada pengguna dengan masalah ketidakupayaan tertentu sepertimana boleh diakses oleh pengguna lain (Center for Usability in Design and Accessibility n.d.).

Situasi ini menimbulkan isu aksesibiliti dan tidak bertepatan dengan hasrat yang ditegaskan melalui Artikel 30 dalam Akta Orang Kurang Upaya Malaysia 2008 iaitu orang kurang upaya perlu diberi hak untuk akses kepada maklumat, komunikasi dan teknologi mengikut format yang boleh difahami oleh golongan tersebut tanpa mengira jenis ketidakupayaan (Jabatan Kebajikan Malaysia 2014). Dengan itu, usaha penambahbaikan aksesibiliti VLE perlu dilaksanakan melalui pembangunan sistem yang berkualiti.

Pembangunan aplikasi yang berkualiti menekankan aspek pengujian dalam proses pembangunan sistem. Pengujian umpama seni yang boleh dipelajari tetapi untuk menghasilkan manuskrip pengujian terbaik memerlukan pengalaman. Pengalaman daripada pengujian terdahulu jika direkodkan akan menjadi sumber rujukan dan pengetahuan baharu bagi penguji novis. Rekod pengalaman atau pengetahuan yang berstruktur membantu penguji novis mendapatkan maklumat yang dikehendaki secara efisien. Rekod yang dimaksudkan ini ialah taksonomi. Taksonomi dikatakan dapat menambahbaik kualiti capaian maklumat atau pengetahuan dengan menyediakan struktur kepada maklumat (Fouché 2006).

Taksonomi dalam bidang pengetahuan biologi digunakan secara meluas kerana dapat menggambarkan hirarki mengenai sesuatu spesis dengan baik. Sekiranya maklumat berkaitan aksesibiliti bagi orang kurang upaya dapat disediakan menggunakan pendekatan taksonomi tentunya pengetahuan berkaitan aksesibiliti ini lebih mudah difahami dan dipraktikkan. Aksesibiliti mendapat perhatian global melalui pengenalan garis panduan (Caldwell et al. 2008) dan piawaian antarabangsa (Lazarte 2012) kerana melibatkan kepentingan golongan orang kurang upaya.

Justeru, kajian ini akan mengemukakan taksonomi ralat bagi aksesibiliti VLE untuk pengguna kurang upaya penglihatan agar boleh dirujuk untuk menambahbaik kualiti aksesibiliti VLE yang digunakan di sekolah KPM.

2. AKSESIBILITI VLE

Merujuk kepada kajian yang dilaksanakan oleh Boateng (2014), aplikasi e-pembelajaran yang efektif dari segi aksesibiliti boleh dicapai dengan memastikan terdapat sokongan untuk melayari teks, rekabentuk persembahan yang konsisten, teks alternatif untuk mewakili imej, teknologi navigasi yang konsisten dan boleh diakses serta fungsi interaktif yang boleh diintegrasikan dengan teknologi sokongan (asistive technology) (Boateng 2014). Kajian beliau juga menunjukkan bahawa isu aksesibiliti ataramuka e-pembelajaran, pencapaian pembelajaran (*learning attainment*) dan kawalan komunikasi (*communication handling*) merupakan isu yang perlu diambil perhatian. Isu aksesibiliti ini mendapat perhatian para pengkaji dan mendorong pelbagai kaedah penyelesaian iaitu antaranya ialah melalui penilaian tahap aksesibiliti menggunakan pendekatan pengujian.

2.1. Pendekatan Pengujian Aksesibiliti

Terdapat pelbagai pilihan alatan dan teknik pengujian digunakan untuk menilai tahap aksesibiliti VLE. Pemilihan alatan dan teknik ini bergantung kepada tujuan pengujian dilaksanakan. Kebiasaannya, pengujian aksesibiliti akan menggunakan pendekatan pengujian secara automasi, manual atau gabungan pendekatan automasi dan manual.

Pengujian aksesibiliti secara automasi merupakan kaedah pengujian tahap aksesibiliti yang kerap digunakan untuk menyokong proses pengujian aksesibiliti. Pengujian automasi menggunakan alatan automasi tertentu untuk melaksanakan pengujian. Alatan automasi ini boleh didapati secara komersial atau sumber terbuka. Kebiasaanya alatan automasi komersial digunakan oleh penguji profesional untuk melaksanakan pengujian aksesibiliti seawal fasa pembangunan sistem.

Pengujian aksesibiliti secara manual merupakan pendekatan pengujian yang tidak melibatkan alatan automasi tetapi melibatkan interaksi manusia secara langsung ke atas aplikasi yang hendak diuji. Kedua-dua pendekatan ini digabungkan untuk mendapatkan liputan ralat aksesibiliti yang lebih baik.

Kajian terdahulu menunjukkan pendekatan pengujian manual menemui lebih banyak ralat aksesibiliti berbanding pengujian secara automasi sepertimana Jadual 1 di bawah. Selain itu, Jadual 1 ini juga menunjukkan sekiranya kedua-dua pendekatan digabungkan, lebih banyak ralat aksesibiliti akan ditemui kerana kedua-dua pendekatan pengujian adalah saling melengkapi. Walaupun begitu, gabungan kedua-dua pendekatan pengujian ini memerlukan tempoh masa kajian yang lebih lama.

Jadual 1. Perbandingan Pengujian Aksesibiliti Melalui Pendekatan Pengujian Automasi dan Pengujian Manual

Ralat Aksesibiliti Yang Ditemui	Pengujian Automasi	Pengujian Manual	Pengkaji
Tiada Teks Alternatif Bagi Kandungan Bukan Teks	/	/	Elisa (2017), Paper & Town (2017), Mtebe & Kondoro (2017), Ahmi & Mohamad (2016), Akgul (2016), Kumar & Owston (2016), Calvo, Iglesias & Moreno (2014), Kohlmann & Lucke (2014), Bohnsack & Puhl (2014), Ferati, Mripa & Bunjaku (2016)
Kaedah pelabelan menyukarkan pemahaman kandungan dan navigasi laman web	/	/	Elisa (2017), Paper & Town (2017), Ahmi & Mohamad (2016), Kumar & Owston (2016), Bohnsack & Puhl (2014), Ferati, Mripa & Bunjaku (2016)
Penggunaan heading yang tidak bersesuaian	/	/	Paper & Town (2017), Calvo, Iglesias & Moreno (2014)
Tiada maklumat diberikan apabila tetingkap dibuka	/		Mtebe & Kondoro (2017), Akgul (2016)
Paparan web tidak seragam		/	Calvo, Iglesias & Moreno (2014)
Tidak boleh melaksanakan kawalan ke atas fungsi tertentu sistem		/	Kohlmann & Lucke (2014)
Elemen antara muka tidak menerima <i>programmatic focus</i>		/	Kohlmann & Lucke (2014), Ferati, Mripa & Bunjaku (2016)

Justeru, hanya satu pendekatan pengujian digunakan kerana tempoh masa kajian yang terhad. Pendekatan pengujian secara manual didapati menemukan lebih banyak kategori ralat aksesibiliti. Kepelbagaian kategori ralat ini penting untuk pembangunan taksonomi kajian ini.

Pendekatan pengujian manual dilakukan sama ada menggunakan papan kekunci atau perisian pembaca skrin. Kebiasaannya, pengujian aksesibiliti menggunakan perisian pembaca skrin berbanding papan kekunci kerana dapatan pengujian yang lebih baik. Teknik pengujian menggunakan papan kekunci hanya boleh menemukan ralat bagi kategori melibatkan akses dan kawalan papan kekunci sahaja.

2.2. Pengujian Aksesibiliti Menggunakan Perisian Pembaca Skrin

Pengujian menggunakan perisian pembaca skrin memerlukan kemahiran untuk menggunakannya. Penguji perlu mengetahui kekunci pintas untuk memberi arahan kepada komputer. Pengujian menggunakan perisian pembaca skrin dapat memberikan penemuan ralat aksesibiliti yang tidak dapat dilakukan menggunakan alatan automasi terutama bagi ralat yang melibatkan navigasi laman web dan fungsi interaktif.

Antara perisian pembaca skrin yang sering digunakan untuk tujuan pengujian aksesibiliti ialah JAWS (*Job Access With Speech*) dan NVDA (*Non Visual Desktop Access*). Perisian pembaca skrin JAWS merupakan aplikasi teknologi sokongan yang sering digunakan oleh pengkaji untuk melaksanakan pengujian aksesibiliti dalam kajian mereka. Perbandingan penggunaan perisian pembaca skrin dalam pengujian aksesibiliti aplikasi e-pembelajaran atau VLE diterangkan melalui Jadual 2.

Jadual 2. Penggunaan Perisian Pembaca Skrin (PPS) dalam Pengujian Aksesibiliti

Pengkaji	Skop Pengujian PPS	Kaedah Pengujian PPS	Ralat Aksesibiliti Yang Ditemui	Dapatan Pengujian
Calvo, Iglesias & Moreno (2014)	Tahap aksesibiliti aplikasi Moodle 1.9 terhadap Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) 2.0	Pengujian menggunakan PPS NVDA versi 2010.2 dan JAWS versi 10 oleh pengguna buta dan tidak buta dengan merujuk tugas yang disediakan dan menjawab soal-selidik yang diberikan.	<ul style="list-style-type: none"> • Butang kawalan tidak dilabelkan dengan diskripsi teks • Paparan web tidak seragam • Maklumat teks dipersembahkan dalam format imej • Tiada butang kawalan untuk membatalkan operasi • <i>Heading</i> tidak digunakan mengikut kesesuaian 	Dapatan pengujian menggunakan dua PPS yang berbeza menunjukkan bahawa tiada perbezaan dapatan ralat yang ditemui oleh pengguna buta dan tidak buta
Kohlmann & Lucke (2014)	Perbandingan kesesuaian PPS sebagai menyokong aksesibiliti alatan e-pembelajaran Blackboard Collaborated, Talking Communities, WebEx dan Open Meeting	Pengujian dengan teknik <i>think-aloud</i> menggunakan PPS JAWS berdasarkan 11 halangan (<i>barriers</i>) aksesibiliti yang telah dikenalpasti.	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak boleh melaksanakan kawalan ke atas fungsi papan putih maya • Kandungan grafik tidak disokong oleh teks alternatif • Elemen antara muka tidak menerima fokus papan kekunci 	<ul style="list-style-type: none"> • Kesemua aplikasi yang diuji tidak boleh diakses sepenuhnya menggunakan PPS • Aplikasi prioprietary didapati lebih menyokong penggunaan PPS berbanding aplikasi sumber terbuka
Bohnsack & Puhl (2014)	Tahap aksesibiliti aplikasi MOOC diatas pelbagai platform berbeza (Coursera, Udacity,	Pengujian menggunakan PPS JAWS versi 11 (Win XP) dan JAWS versi 9 (Win	<ul style="list-style-type: none"> • JAWS tidak mengikut tetapan bahasa (German) yang dikonfigurasi 	MOOC di atas platform edX menunjukkan tahap aksesibiliti lebih baik berbanding platform

Pengkaji	Skop Pengujian PPS	Kaedah Pengujian PPS	Ralat Aksesibiliti Yang Ditemui	Dapatan Pengujian
	edX, OpenCourseWorld, Iversity)	Vista) oleh pengguna buta berdasarkan tugas yang disediakan.	<ul style="list-style-type: none"> • Tiada diskripsi teks untuk imej • Butang kawalan tidak dilabel 	lain yang diuji
Ferati, Mripa & Bunjaku (2016)	Kebolehgunaan dan tahap aksesibiliti aplikasi Albanian MOOC (Almoc)	Pengujian kebolehgunaan menggunakan PPS JAWS oleh pengguna buta dan pengujian heuristik menggunakan PPS NVDA berdasarkan IBM Web Accessibility Heuristics oleh pengguna tidak buta	<ul style="list-style-type: none"> • Tiada teks alternatif untuk imej dan video • Navigasi kandungan sukar disebabkan butang kawalan tidak dilabel • Butang kawalan dan kandungan yang tidak dipaparkan di skrin, dibacakan oleh PPS • Fokus PPS tidak berada pada skrin yang aktif tetapi masih berada di dalam kandungan laman sebelumnya 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplikasi Almoc didapati sukar digunakan oleh pengguna buta • Tahap aksesibiliti boleh ditingkatkan menerusi pembaikan template umum (<i>general template</i>) MOOC

3. PEMBANGUNAN TAKSONOMI RALAT BAGI AKSESIBILITI VLE

Taksonomi ralat merupakan senarai ralat atau kegagalan sistem yang akan berlaku dan telah berlaku dalam sesebuah sistem atau perisian. Tujuan utama taksonomi ralat bagi kajian ini dibangunkan adalah untuk menjadi rujukan kepada penguji novis semasa melaksanakan pengujian aksesibiliti. Bagi membangunkan taksonomi ini, empat fasa pengujian telah dilalui secara teratur.

Fasa pertama merupakan fasa pengumpulan maklumat teoretikal melalui pembacaan. Seterusnya, fasa kedua dilaksanakan melibatkan aktiviti pengujian aksesibiliti untuk mengenalpasti ralat aksesibiliti VLE yang digunakan di sekolah KPM. Kemudian, fasa ketiga dilaksanakan melibatkan proses pengkategorian ralat aksesibiliti yang ditemui dan membentuk taksonomi ralat aksesibiliti VLE yang dihasratkan dalam kajian ini. Fasa terakhir kajian adalah penilaian oleh pakar ke atas taksonomi kajian ini.

3.1. Pelaksanaan Pengujian Aksesibiliti

Pengujian aksesibiliti bagi kajian ini melibatkan murid kurang upaya penglihatan kategori buta. Mereka dikenali sebagai penguji dalam konteks kajian ini. Pemilihan penguji dilaksanakan berdasarkan kriteria yang ditentukan oleh penyelidik iaitu penguji terdiri daripada murid kurang upaya penglihatan kategori buta yang berumur antara 13 hingga 18 tahun, berpengetahuan menggunakan perisian pembaca skrin, tiada masalah komunikasi kerana teknik pengujian “*think-aloud*” memerlukan penguji untuk menyuarakan dapatan pengujian secara verbal dan boleh memberi komitmen sepanjang proses pengujian diadakan.

Seramai lima orang murid kurang upaya penglihatan kategori buta telah terlibat dalam pengujian aksesibiliti VLE menggunakan perisian pembaca skrin. Pemilihan penguji dilaksanakan oleh guru penyelaras ICT sekolah kerana pihak sekolah lebih mengetahui

keupayaan setiap murid agar memenuhi kriteria kajian. Seramai tiga orang murid lelaki dan dua orang perempuan daripada Tingkatan 1 hingga 4 telah dilibatkan dalam pengujian ini. Ringkasan demografi penguji ditunjukkan sepertimana Jadual 3.

Jadual 3. Demografi Penguji

Bil.	Kod Rujukan Responden	Umur (Tahun)	Jantina	Pengalaman Menggunakan Perisian Pembaca Skrin (Tahun)	Pengalaman Menggunakan Aplikasi VLE (Tahun)
1	R1	15	Lelaki	2 hingga 4	0 hingga 1
2	R2	16	Lelaki	2 hingga 4	0 hingga 1
3	R3	14	Lelaki	Kurang 2	0 hingga 1
4	R4	16	Perempuan	2 hingga 4	1 hingga 2
5	R5	16	Perempuan	Lebih 4	0 hingga 1

Setiap penguji yang terlibat telah diminta untuk melaksanakan tugas tertentu melibatkan enam modul VLE iaitu Modul *Assignment*, Modul *Dashboard*, Modul *Calendar*, Modul *Forum*, Modul *Site* dan Modul *FrogPlay*. Penemuan ralat aksesibiliti dinyatakan oleh penguji menggunakan teknik “*think-aloud*”. Hasil pengujian menemukan sebanyak 152 ralat aksesibiliti sepertimana Jadual 4.

Jadual 4. Bilangan Ralat Aksesibiliti Yang Ditemui

Modul	Bilangan Ralat Aksesibiliti Ditemui
Assignment	51
Dashboard	20
Calendar	30
Forum	5
Site	23
FrogPlay	23
Jumlah	152

Rekod pengujian yang direkodkan diubah ke bentuk teks melalui proses transkripsi. Ini diikuti dengan proses pengkodan yang dilaksanakan secara deduktif berdasarkan kod ralat yang telah ditetapkan lebih awal dan secara induktif bagi kod ralat baharu. Jadual 5, merupakan ringkasan bagi hasil analisis dapatan pengujian melibatkan enam modul VLE yang telah dipetakan mengikut kod ralat dan kod kategori masing-masing. Kod ralat dan kod kategori ini adalah berdasarkan prinsip dan kriteria *Web Content Accessibility Guideline 2.0 (WCAG 2.0)*. Selain itu, kod ralat ini juga berdasarkan kekeliruan responden yang timbul semasa pengujian. Kekeliruan ini telah menyebabkan risiko berlaku ralat *showstopper* iaitu ralat yang menghalang pengujian diteruskan.

Jadual 5. Ringkasan Kod Ralat dan Kod Kategori Ralat Aksesibiliti VLE

Bil	Modul	Kod Ralat	Kod Kategori
1.	Assignment	▪ Tutup Modul Tidak Boleh Akses	Tidak boleh diakses papan kekunci
		▪ Teks Dialogbox Tidak Boleh Akses	Tidak boleh diakses papan kekunci
		▪ Tetingkap Skrin Berlapis Mengelirukan	Tidak menyokong navigasi
		▪ Muat Naik Bahan Tidak Boleh Akses	Tidak menyokong navigasi
		▪ Status Muat Naik Tidak Diketahui	Tiada teks alternatif
		▪ Hantar Tugas Mengelirukan	Tidak menyokong navigasi
2.	Dashboard	▪ Butang Tidak Boleh Akses	Tidak boleh diakses papan kekunci
		▪ Kemaskini Dashboard Tidak Boleh Akses	Tidak boleh diakses papan kekunci
		▪ Tutup Kemaskini Dashboard Tidak Boleh Akses	Tidak boleh diakses papan kekunci
		▪ Checkbox Tidak Boleh Akses	Label komponen mengelirukan
3.	Calendar	▪ Date Picker Tidak Boleh Akses	Tidak boleh diakses papan kekunci
		▪ Teks Dialog Box Hilang	Tidak menyokong navigasi
		▪ Dialog Box New Event Tertutup	Tidak menyokong navigasi
		▪ Logout VLE Tidak Boleh Akses	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tidak boleh diakses papan kekunci ▪ Tidak boleh diakses papan kekunci
4.	Forum	Tutup Modul Tidak Boleh Akses	Tiada teks alternatif
5.	Site	▪ Imej Tidak Boleh Akses	Tiada teks alternatif
		▪ Komponen Video Tidak Boleh Akses	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Label komponen mengelirukan ▪ Tidak boleh dikendalikan papan kekunci
		▪ Tutup Modul Tidak Boleh Akses	Tidak boleh dikendalikan papan keunci
		▪ Salah Erti Shortcut Key - Risiko Keliru	Tiada Kemahiran PPS
6.	FrogPlay	▪ Skrin Berlapis Risiko Keliru	Tidak menyokong navigasi
		▪ Struktur Kuiz Jawapan Medahului Soalan Risiko Keliru	Struktur kandungan tidak mengikut konteks
		▪ Jawapan / Soalan Bergambar Tidak Boleh Akses	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tiada teks alternatif ▪ Tidak boleh dikendalikan papan keunci
		▪ Mesej Dibaca Tidak Dipaparkan	Mesej "No Connection" mengelirukan

3.2. Pengkategorian Taksonomi

Pembangunan taksonomi ralat bagi aksesibiliti VLE menggunakan pendekatan *top-down* untuk mengenalpasti kategori utama taksonomi dan *bottom-up* untuk mengenalpasti subkategori dibawahnya. Dua daripada tiga kategori utama taksonomi ralat aksesibiliti VLE ini telah diadaptasi daripada *Usability Problem Taxonomy* (UPT) oleh Keenan et al. (1999) iaitu kategori

utama di bawah komponen artifak dan tugas. Manakala manusia merupakan komponen baharu yang diterbitkan melalui kajian ini disebabkan terdapat ralat yang dicetuskan berpunca daripada pengguna atau manusia. UPT dirujuk sebagai asas taksonomi ralat aksesibiliti VLE ini kerana taksonomi tersebut telah dibuktikan dapat mengklasifikasikan permasalahan kebolegunaan dalam persekitaran sebenar (Keenan et al. 1999) dan distrukturkan secara hirarki yang memudahkan kefahaman.

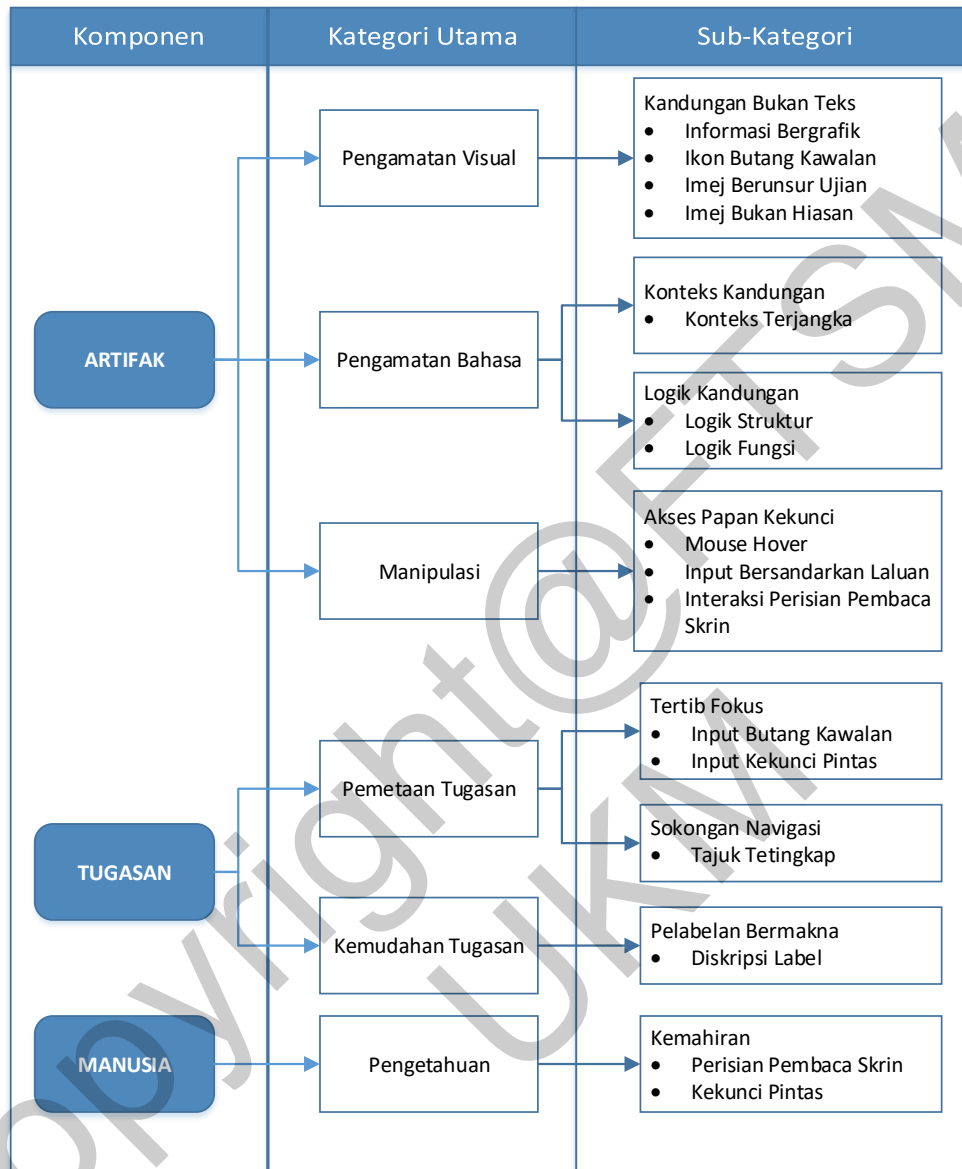
Taksonomi UPT distrukturkan kepada tiga hingga empat lapisan hirarki yang terdiri daripada dua komponen iaitu *Artifact* dan *Task*. Komponen *Artifact* mengandungi tiga kategori utama iaitu *Visualness*, *Language* dan *Manipulation*. Manakala komponen *Task* mempunyai dua kategori utama iaitu *Task-Mapping* dan *Task-Facilitation*. Setiap kategori utama ini mempunyai beberapa subkategori yang saling berkait dan mewarisi ciri-ciri komponen dan kategori utama di atasnya.

Kategori di bawah komponen *Artifact* menfokuskan mengenai kesukaran pengguna berinteraksi dengan objek atau elemen antara muka pengguna. Secara khusus, permasalahan yang diklasifikasikan di bawah komponen *Artifact* melibatkan aspek permasalahan yang berkaitan dengan pengguna iaitu apabila hendak meneliti atau melihat objek antara muka pengguna (*Visualness*), membaca dan memahami perkataan (*Language*) atau memanipulasi objek antara muka pengguna (*Manipulation*).

Manakala, kategori di bawah komponen *Task* pula menfokuskan kepada masalah yang dihadapi oleh pengguna ketika melaksanakan tugas. Secara khusus, permasalahan yang diklasifikasikan di bawah komponen *Task* adalah mengenai aspek permasalahan yang berkaitan dengan cara tugas distrukturkan dalam sistem (*Task-Mapping*) dan keupayaan sistem untuk membantu pengguna mengikuti struktur tugas dan kembali semula jika laluan menyimpang (*Task-falicitation*).

Proses pengkategorian ini telah menghasilkan ilustrasi cadangan Taksonomi Ralat Bagi Aksesibiliti VLE seperti Rajah 1.

Rajah 1. Taksonomi Ralat Aksesibiliti bagi VLE



Terdapat tiga komponen utama telah dihasilkan dalam taksonomi ini iaitu artifak, tugas dan manusia. Artifak merupakan komponen yang mewakili ralat aksesibiliti melibatkan interaksi dengan komponen antara muka VLE manakala tugas merujuk kepada ralat aksesibiliti yang dikenalpasti semasa tugas tertentu dilaksanakan.

Manusia merupakan komponen yang merujuk kepada pengguna masalah penglihatan yang melaksanakan tugas tertentu menggunakan VLE. Walaupun manusia dilihat sebagai entiti luar daripada sistem, komponen yang mewakili pengguna sistem ini mempengaruhi keputusan pengujian aksesibiliti yang dilaksanakan. Jadual 6 menerangkan secara ringkas mengenai ketiga-tiga komponen yang dikenalpasti.

Jadual 6. Jadual Keterangan Komponen Taksonomi Ralat Aksesibiliti

Komponen	Keterangan
Artifak	Komponen artifak merujuk kepada ralat aksesibiliti melibatkan interaksi dengan elemen antara muka VLE
Tugasan	Komponen tugasan merujuk kepada ralat aksesibiliti yang dikenalpasti semasa tugasan tertentu dilaksanakan menggunakan VLE.
Manusia	Komponen manusia merujuk kepada pengguna kurang upaya masalah penglihatan yang menggunakan VLE.

Setiap komponen utama ini diwakili oleh beberapa kategori ralat. Artifak terdiri daripada tiga kategori ralat iaitu pengamatan visual, pengamatan bahasa dan manipulasi. Komponen tugasan mempunyai dua kategori utama iaitu pemetaan tugasan dan kemudahan tugasan. Manakala komponen manusia hanya mempunyai satu kategori utama iaitu pengetahuan. Huraian bagi setiap kategori dijelaskan seperti Jadual 7.

Jadual 7. Huraian Kategori Utama Taksonomi Mengikut Komponen

Komponen	Kategori Utama	Keterangan
Artifak	Pengamatan Visual	Aspek permasalahan berkaitan bagaimana pengguna memeriksa atau memandang elemen antara muka pengguna.
	Pengamatan Bahasa	Aspek permasalahan berkaitan bagaimana pengguna membaca dan memahami perkataan.
	Manipulasi	Aspek permasalahan berkaitan bagaimana pengguna memanipulasi elemen antara muka pengguna.
Tugasan	Pemetaan Tugasan	Aspek permasalahan berkaitan bagaimana tugasan distrukturkan di dalam sistem.
	Kemudahan Tugasan	Aspek permasalahan berkaitan keupayaan sistem untuk membantu pengguna mengikut struktur tugasan dan kembali kepada tugasan apabila laluan yang menyimpang telah diambil.
Manusia	Pengetahuan	Aspek permasalahan berkaitan pengetahuan pengguna mengendalikan sistem.

3.3. Penilaian Taksonomi

Seramai tiga orang pakar pengujian dari sektor awam dan swasta telah dipilih untuk menilai taksonomi kajian ini. Kriteria pemilihan pakar menggunakan teknik persampelan bertujuan iaitu pemilihan berdasarkan kriteria tertentu (Chua 2006). Kriteria pemilihan pakar bagi kajian ini adalah berdasarkan pengalaman melaksanakan pengujian dalam pelbagai domain selama tidak kurang daripada lima tahun. Pakar pengujian yang dipilih merupakan pakar pengujian daripada sektor awam dan sektor swasta. Tiada penekanan untuk pakar mempunyai pengalaman dalam pengujian aksesibiliti kerana tujuan penilaian adalah untuk mendapatkan pandangan mengenai kesesuaian taksonomi sebagai rujukan pengujian.

Penglibatan pakar pengujian ini bertujuan untuk menilai taksonomi yang telah dibangunkan dari segi kesesuaian taksonomi menjadi rujukan semasa melaksanakan proses pengujian aksesibiliti. Penilaian pakar dilaksanakan secara kaedah temubual bagi membolehkan kefahaman lebih mendalam mengenai perkara yang ingin dinilai. Ketiga-tiga pakar yang ditemubual bersetuju bahawa taksonomi yang dicadangkan sesuai untuk dijadikan rujukan alternatif bagi pengujian aksesibiliti dengan penambahbaikan skop kategori yang melibatkan peranti mudah alih.

4. KESIMPULAN

Permasalahan aksesibiliti VLE melibatkan murid kurang upaya penglihatan kategori buta dapat ditangani lebih awal sekiranya pengujian aksesibiliti dilaksanakan pada fasa pengujian sistem. Ketiadaan kepakaran dalam bidang aksesibiliti tidak menghalang pengujian dilaksanakan sekiranya terdapat rujukan yang mudah difahami dan spesifik kepada masalah yang ingin diuji. Oleh itu, kajian ini membantu menyediakan alternatif kepada pembangun sistem untuk mengenalpasti permasalahan aksesibiliti VLE melalui taksonomi yang disediakan dan melaksanakan tindakan penambahbaikan bagi memastikan murid kurang upaya penglihatan kategori buta menerima manfaat daripada penggunaan VLE.

Selain itu, taksonomi kajian ini boleh dirujuk oleh penguji sistem untuk mendapatkan idea dalam penyediaan skrip pengujian. Ia boleh diaplikasikan untuk menguji dokumen spesifikasi keperluan pengguna. Penggunaannya bermula dengan mengenalpasti komponen dan kategori utama yang berkaitan dengan perkara yang hendak diuji. Kemudian ciri-ciri item dibandingkan dengan subkategori di bawahnya untuk menyediakan skrip pengujian berdasarkan ciri-ciri tersebut.

Taksonomi ralat yang dihasilkan dalam kajian ini boleh ditambahbaik dengan memperluaskan lagi skop pengujian ke platform peranti mudah alih. Pengujian di pelbagai platform merupakan usaha yang baik untuk meningkatkan liputan pengujian dari aspek platform. Aspek pengujian merentas platform dilihat amat relevan kerana terdapat perisian pembaca teks disediakan bagi pengguna kurang upaya penglihatan dan penggunaan peranti mudah alih seperti telefon pintar telah menjadi kebiasaan dalam masyarakat daripada pelbagai peringkat umur.

RUJUKAN

- Ahmi, A. & Mohamad, R. 2016. Evaluating accessibility of Malaysian ministries websites using WCAG 2.0 and Section 508 Guideline. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 8(8): 177–183.
- Akgul, Y. 2016. Web Site Accessibility, Quality and Vulnerability Assessment: a Survey of Government Web Sites in the Turkish Republic. *Journal of Information Systems Engineering & Management*, 1(4): 1–13.
- Boateng, D. J. K. 2014. Accessibility considerations for e learning in Ghana 1–19.
- Bohnsack, M. & Puhl, S. 2014. Accessibility of MOOCs BT - Computers Helping People with Special Needs. Dlm. Miesenberger (pnyt.), Fels (pnyt.), Archambault (pnyt.), Peñáz (pnyt.), & Zagler (pnyt.). *Computers Helping People with Special Needs*, hlm.141–144. Cham: Springer International Publishing.
- Caldwell, B., Cooper, M., Reid, L. G. & Vanderheiden, G. 2008. Web Accessibility Initiative. *W3C Process*, 971–1000. Retrieved from <http://www.w3.org/WAI/intro/w3c-process.php>
- Calvo, R., Iglesias, A. & Moreno, L. 2014. Accessibility Barriers for Users of Screen Readers in the Moodle Learning Content Management System. *Universal Access in the Information Society*, 13: 315–327.
- Center for Usability in Design and Accessibility. (n.d.). Accessibility-What it is? *California State University*,. <http://web.csulb.edu/centers/cuda/> [2 October 2017].
- Chua, Y. P. 2006. *Kaedah dan Statistik Penyelidikan: Kaedah Penyelidikan (Buku 1)*. Kaedah dan statistik penyelidikan. Kuala Lumpur: McGraw-Hill.
- Elisa, N. 2017. Usability , Accessibility and Web Security Assessment of E-government Websites in Tanzania. *International Journal of Computer Applications*, 164(5): 42–48.
- Ferati, M., Mripa, N. & Bunjaku, R. 2016. *Accessibility of MOOCs for Blind People in Developing Non-English Speaking Countries. Advances in Design for Inclusion*,. Springer.
- Fouché, M.-L. 2006. *The Role of Taxonomies in Knowledge Management*.

- Jabatan Kebajikan Malaysia Akta Orang Kurang Upaya 2008. , Undang-undang Malaysia 1–40 (2014). Malaysia.
- Keenan, S. L., Hartson, H. R., Kafura, D. G. & Schulman, R. S. 1999. Usability Problem Taxonomy: A Framework for Classification and Analysis. *Empirical Software Engineering*, 4(1): 71–104.
- Kohlmann, W. & Lucke, U. 2014. Non-Visual Usage of Virtual Classrooms An Analysis Using Screen Reading Software. *2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies*, 590–591.
- Kumar, K. L. & Owston, R. 2016. Evaluating E-learning Accessibility by Automated and Student-Centered Methods. *Education Tech Research Dev*, (64): 263–283.
- Lazarte, M. 2012. W3C Web content accessibility guidelines become ISO/IEC International Standard. *ISO Org.*, <https://www.iso.org/news/2012/10/Ref1670.html> [11 December 2017].
- Mtebe, J. S. & Kondoro, A. W. 2017. Accessibility and Usability of Government Websites in Tanzania. *African Journal of Information Systems*, 9(4).
- Paper, C. & Town, C. 2017. E-Government in Africa : Perceived Concerns of Persons with Disabilities (PWDs) in South Africa with regards to accessibilities of services. *17th European Conference on Digital Government ECDG 2017.*.
- Phipps, L., Sutherland, A. & Seale, J. 2002. *Access All Areas : disability , technology and learning*. (L. Phipps, Ed.). JISC TechDis Service and ALT.
- Samat, N., Noor, N. @ K. M. & Mokhtar, R. 2012. A Case Study of an Analysis for E-Government Web Accessibility for the Disable in Malaysia. *International Conference on Computational Science and Information Management (CoCSIM)*, 1: 227–232.