

<http://www.ftsm.ukm.my/apjitm>

Asia-Pacific Journal of Information Technology and Multimedia

Jurnal Teknologi Maklumat dan Multimedia Asia-Pasifik

Vol. 3 No. 2, December 2014: 71 - 92

e-ISSN: 2289-2192

IMPLEMENTASI KERANGKA PEMBANGUNAN ONTOLOGI DOMAIN MENGUNAKAN PENDEKATAN TESAUROS, SUMBER RUJUKAN, JURUTERA PENGETAHUAN DAN PAKAR DOMAIN

SITI FARHANA MOHAMAD HASHIM
JUHANA SALIM
SHAHARUL AZMAN MOHD NOAH

ABSTRAK

Terdapat pelbagai masalah yang dihadapi oleh para pengguna dalam pencarian maklumat menerusi Internet. Kajian lampau mendapati pengguna berhadapan dengan masalah penggunaan kosa kata dalam mencari maklumat menerusi web. Kajian terkini membuktikan tesaurus adalah berguna dalam membangun ontologi yang terbukti dapat membantu penyediaan istilah yang piawai dan dapat menjimat masa pembangunan ontologi berbanding dengan pembangunan ontologi yang melibatkan pakar domain secara keseluruhannya. Kajian ini membincang masalah dalam pencarian maklumat tentang Islam dan inisiatif yang diambil bagi menyelesaikan masalah tersebut. Kaedah kajian yang diguna dalam kajian ini melibatkan pembangunan ontologi berdasarkan kerangka yang mengguna pendekatan simbiotik melibatkan tesaurus, sumber rujukan dalam domain Islam, jurutera pengetahuan, dan pakar domain. Ontologi ibadah yang dibangun diintegrasikan ke dalam prototaip sedia ada, iaitu Islamic Extraction System® (I-ES®). Hasil analisis mendapati ontologi yang dibangun berdasarkan kerangka yang dicadangkan dapat mencapai maklumat yang dapat memenuhi kehendak pengguna.

Kata kunci: tesaurus, sistem capaian maklumat Islam, pembangunan ontologi, jurutera pengetahuan, pakar domain, ontologi domain.

ABSTRACT

There were a variety of difficulties that users have to face in searching for information through Internet. Past research had shown that users faced the problem of using vocabulary in searching for information through the web. Recent research justified that thesaurus is useful in building ontology as an aid to standardize terminologies and more importantly to save time in building ontology that fully depend on domain expert. This research discusses the problem in searching Islamic information and initiatives that have been taken to solve the problem. This research involves the development of ontology based on the proposed framework using symbiotic approach involving thesaurus, knowledge engineers and domain experts. The ontology on Acts of Worship that was developed based on the framework is then integrated into the existing prototype which is Islamic Extraction System (I-ES®). Results showed that the ontology that was developed based on the proposed framework is able to access information that meets the users' need.

Keywords: thesaurus, Islamic information retrieval system, ontology development, knowledge engineer, domain expert, domain ontology

PENGENALAN

Teknologi Internet merupakan salah satu medium yang berkesan dalam penyebaran maklumat tentang Islam (Mohamad Nabil, 2004). Antara kajian lepas yang memfokus kepada teknologi Internet bagi menyebarkan maklumat tentang Islam ialah *Islamic Extraction System (I-ES®)*, iaitu sistem pengekstrakan maklumat web bagi menyokong pembangunan sistem carian maklumat Islam (Juhana et al., 2012). Bagaimanapun I-ES® mempunyai kelemahan kerana hasil

cariannya tidak mempunyai elemen semantik serta terhad kepada dua jenis bahasa sahaja, iaitu bahasa Melayu dan bahasa Inggeris. Contoh, hasil carian mengguna kata kunci ‘marriage’ (Rajah 1) hanya dapat mencapai laman web yang mengandungi istilah ‘marriage’ sahaja.



RAJAH 1. Antara muka hasil carian dalam I-ES® tidak mengandungi elemen semantik

Sekiranya elemen semantik diaplikasi ke dalam I-ES®, hasil carian yang diperolehi dapat dikembang kepada beberapa konsep yang berkaitan seperti poligami dan penceraian sekali gus memperluas skop pencarian. Kelemahan I-ES® memotivasi pembangunan ontologi berkaitan dengan bidang Islam serta menambah baik I-ES® kerana ontologi bertindak sebagai tulang belakang kepada web semantik (Brujin, 2003). Kajian lampau mendapati ontologi mampu menyelesaikan masalah pencarian maklumat (Weilinga et al., 2001; Lauser et al., 2002; Chang et al., 2004; Lauser et al., 2006; Xing et al., 2009) kerana ontologi adalah perantara komunikasi di antara mesin dan manusia (Brujin, 2003). Ontologi boleh diimplementasi ke dalam sistem capaian maklumat kerana mampu mewakili maklumat dalam sesuatu domain ke dalam bentuk yang difahami oleh mesin seperti bahasa ontologi (Holi & Hyvonen, 2004). Sorotan susastera tentang ontologi domain khususnya dalam bidang Islam mendapati beberapa kajian membangun ontologi berkaitan dengan Islam seperti ontologi haji (Nawal, 2009) dan ontologi Solat (Saidah et al., 2011). Kedua-dua kajian melibatkan penggunaan al-Quran, al-Hadis, jurutera pengetahuan, dan pakar domain bagi menyokong pembangunan sistem capaian maklumat mengikut domain masing-masing. Kedua-dua kajian juga melibatkan jurutera pengetahuan manakala hanya Ontologi Solat sahaja melibatkan pakar domain. Penglibatan jurutera pengetahuan penting kerana dapat mengimplementasi pengetahuan pakar domain ke dalam bentuk ontologi (Janowicz 2008). Menurut Xing et al. (2009) dan Fonou-Dombeou dan Huisman (2011), pakar domain dapat memberi istilah abstrak yang hanya boleh didapati dari pengalaman dan pengetahuan pakar domain. Bagaimanapun, kebergantungan kepada pakar domain memberi kekangan kepada pembangunan ontologi kerana pengetahuan pakar domain

tidak merangkumi keseluruhan domain yang dikaji (Xing et al., 2009). Penglibatan jurutera pengetahuan dan pakar domain perlu dinyatakan dengan jelas dalam kaedah pembangunan ontologi domain bagi mengelak kecelaruan peranan (Boyce & Pahl, 2007).

Kajian ini memperluas skop pembangunan ontologi yang terhad dengan tujuan menambah pengetahuan pengguna tentang perkara yang wajib diketahui oleh umat Islam seperti ibadah. Kajian ini turut mempelbagai sumber data dalam membangun ontologi dengan tujuan mengkaji pendekatan lain menerusi penggunaan sumber data yang berlainan. Penggunaan pelbagai sumber data turut diintegrasikan ke dalam kerangka pembangunan ontologi domain dalam kajian ini. Objektif utama kajian ini ialah membina kerangka bagi pembangunan domain ontologi ibadah untuk portal Islam yang dapat mencapai laman web Islam dalam tiga jenis bahasa yang berlainan, iaitu bahasa Melayu, bahasa Inggeris, dan bahasa Arab secara serentak. Secara khusus, objektif kajian ini ialah mereka bentuk dan menilai kerangka pembangunan ontologi domain ibadah yang mengguna pendekatan tesaurus dan pakar domain serta menguji hasil capaian dalam I-ES® selepas ontologi ibadah diintegrasikan ke dalam I-ES®.

SISTEM CAPAIAN MAKLUMAT ISLAM

Dalam era globalisasi, teknologi maklumat dan komunikasi khususnya teknologi Internet membawa perubahan dari segi cara maklumat dan pengetahuan dihasil, diorganisasi, disebar, diakses, dan disimpan untuk capaian pada masa hadapan. Internet membolehkan proses menyimpan dan menyebarkan maklumat dalam kuantiti yang besar.

Menurut Muhammad Tayyab (2010) umat Islam menyedari kegunaan World Wide Web (WWW) dan Internet sebagai alat berkomunikasi serta menyebarkan maklumat tentang Islam ke seluruh pelosok dunia. Beberapa inisiatif dilakukan bagi menyebarkan maklumat tentang Islam menerusi Internet. Antaranya, perpustakaan digital dan enjin carian dalam bidang Islam. Perpustakaan Negara Malaysia mengambil inisiatif membangun sebuah perpustakaan digital Islam diberi nama *International Islamic Digital Library* (IIDL) yang dilancarkan sempena Organisation of the Islamic Conference pada tahun 2003 (<http://thestar.com.my/news/story.asp?file=/2003/10/9/nation/6448902&sec=nation>). Projek tersebut bermula pada tahun 2001 melibatkan kerjasama dengan pihak Multimedia Development Corporation (MDC) dan beberapa organisasi Islam yang besar di Malaysia. IIDL yang siap pemodelannya pada tahun 2004 merupakan sebuah portal pengetahuan yang berkaitan dengan pelbagai aspek dalam Islam. Kandungan IIDL adalah berbentuk digital terdiri daripada buku, manuskrip, artikel, prosiding teks penuh, dan artifak Islam dalam bentuk 3D. Selain di Malaysia, terdapat juga organisasi luar negara yang membangun perpustakaan digital seperti Princeton University yang mengandungi 9,500 naskhah manuskrip Islam.

Perpustakaan digital mempunyai kelemahan kerana hanya pengguna berdaftar sahaja yang dapat mengakses keseluruhan kandungan perpustakaan tersebut sekali gus membatu inisiatif perkongsian maklumat secara meluas. Bagi melaksanakan perkongsian maklumat yang meluas khususnya tentang Islam tanpa mengira latar belakang sosial seseorang individu, antara inisiatif yang diambil ialah membangun enjin carian yang mengandungi maklumat berkaitan dengan Islam. Sebagai contoh, enjin carian yang menyediakan carian maklumat daripada sumber al-Quran dan al-Hadis (Nor Shahriza & Norazelatin, 2005; Mohd. Fauzan & Roslina, 2006) dan enjin carian yang menyediakan carian maklumat dari pelbagai sumber seperti dokumen, audio, dan video (www.islamicity.com; www.jakim.gov.my; www.jais.gov.my). Pencarian maklumat menerusi enjin carian merupakan pencarian yang dinamik. Menurut Sheth et al. (2005), enjin carian mengguna semua kandungan dokumen web dan strukturnya secara tersirat di samping menghubungkan dokumen web antara satu dengan yang lain.

Kebanyakan enjin carian tidak membenarkan sebarang pengkelasan kata kunci metadata dan kosa kata kawalan (Mohammad Nasir et al., 2006). Hal ini menyebabkan sesuatu perkataan boleh mempunyai banyak makna berdasarkan konteks (skop) perkataan tersebut. Selain daripada itu, pengguna turut berasa keliru tentang maklumat yang ingin dicari. Sistem capaian maklumat Islam yang dianalisis memperlihatkan masalah seperti kekurangan sumber maklumat dalam enjin carian, capaian maklumat yang tidak relevan, lambakan maklumat, dan pengorganisasian yang lemah terhadap kandungan maklumat merupakan masalah yang sering dihadapi.

Sistem pengkelasan dapat mengurangkan masalah lambakan maklumat dan pencarian maklumat. Menurut Mohammad Nasir et al. (2006), terdapat inisiatif yang melibatkan penggunaan pengkelasan dalam pencarian maklumat. Penemuan ini disokong oleh komuniti perpustakaan yang menggunakan sistem pengindeksan subjek dengan penggunaan skema pengkelasan berhierarki untuk mendeskripsi dan mencapai sumber dokumen. Pada peringkat permulaan pemodelan rangkaian khidmat maklumat, kebanyakan pakar bidang Sains Komputer mengenal pasti fungsi sistem pendeskripsian subjek untuk membangun pengindeksan teks penuh. Sejak tahun 1990, struktur pengkelasan diguna bagi mengorganisasi maklumat dalam web bagi meningkatkan kualiti navigasi yang terdapat dalam persekitaran web. Sistem pengkelasan ini turut diguna pakai oleh kebanyakan pakar Sains Komputer dalam membangun ontologi domain bagi meningkatkan kualiti carian. Kajian Mohammad Nasir et al. (2006) memberi motivasi kajian ini melaksana pendekatan ontologi ke dalam sistem capaian maklumat Islam sedia ada bagi meningkatkan kualiti carian. Kajian ini turut mengkaji pemodelan ontologi domain yang melibatkan penggunaan skema pengkelasan berhierarki seperti Library of Congress Subject Heading (LCSH) bagi sistem capaian maklumat Islam.

ONTOLOGI

Istilah ontologi berasal daripada bidang falsafah yang bermaksud penerangan mengenai kewujudan secara sistematik. Istilah ontologi ini muncul sejak zaman penulisan Aristotle. Aristotle menggunakan ontologi bagi menghurai inti pati sesuatu konsep. Bidang falsafah mengenai ontologi mempengaruhi pandangan mengenai ontologi dan logik komputer dalam bidang Sains Komputer (Sandholm, 2005) sehingga pada sekitar akhir kurun ke-20 dan pada awal kurun ke-21, istilah ontologi menjadi relevan kepada komuniti Kejuruteraan Pengetahuan (Corcho et al., 2002).

Ontologi boleh dikategori kepada beberapa jenis. Ontologi boleh dikategori seperti yang terkandung dalam Jadual 1:

JADUAL 1. Kajian tentang jenis ontologi

Bil	Penyelidik/Tahun	Jenis ontologi
1	Mizoguchi et al. (1995)	Ontologi kandungan Ontologi tugas Ontologi domain Ontologi umum

		Ontologi komunikasi Ontologi meta Ontologi pengindeksan
2	Van Heijst et al. (1997)	Dimensi pertama Ontologi istilah Ontologi maklumat Ontologi permodelan pengetahuan Dimensi kedua Ontologi generik Ontologi domain Ontologi aplikasi
3	Guarino (1998)	<i>Top-level ontology</i> , Ontologi tugas, Ontologi aplikasi, Ontologi domain
4	Lassila dan McGuinness (2001)	<i>Catalog/ID, Term/glossary, Thesauri/"narrower term" relation, Informal "is-a", Formal "is-a", Formal "instance, Frames & properties Value restrictions, Disjointness, inverse, part-of General logical constraints</i>

Ontologi domain yang dibangun oleh Fernandez et al. (1999), Weilinga et al. (2001), Lauser et al. (2006), Boyce dan Pahl (2007), Nawal Masoud (2009), Wei Yuan et al. (2011), dan Saidah et al. (2011) bertujuan membangun sistem capaian maklumat mengikut domain masing-masing. Terdapat pemodelan ontologi yang dilakukan untuk penambahbaikan sistem capaian maklumat sedia ada seperti dalam kajian oleh Brusa et al. (2006) dan Fonou-Dombeu dan Huisman (2011). Selain daripada sistem capaian maklumat, terdapat ontologi domain yang dimodelkan bertujuan untuk diintegrasikan ke dalam Sistem Sokongan Keputusan (*Decision Support System*) seperti kajian Mesarie dan Duckie (2007). Berbeza pula dengan Chang dan Lu (2004) dan Xing et al. (2009) yang memodel ontologi untuk mencuba pendekatan lain dengan melihat sama ada tesaurus boleh diguna dalam pemodelan ontologi atau sebaliknya.

Kajian lepas tentang pemodelan ontologi domain menggunakan pelbagai sumber data seperti tesaurus, buku teks, laman web, fail kurikulum, buku panduan, sumber khusus dalam bidang domain seperti al-Quran, dan dokumen khas. Kajian Weilinga et al. (2001); Chang dan Lu (2004); Lauser et al. (2006); Mesarie dan Duckie (2007); dan Xing et al. (2009) menggunakan tesaurus yang berkaitan dengan domain masing-masing. Kajian h Fernandez et al. (1999) dan Boyce dan Pahl (2007) pula menggunakan buku teks berkaitan dengan bidang ontologi domain yang ingin dimodel. Penggunaan dokumen khas dalam pemodelan ontologi domain turut diadaptasi dalam kajian Weilinga et al. (2001); Mesarie & Duckie (2007); dan Fonou-Dombeu dan Huisman (2011). Wei Yuan et al. (2012) memperkenalkan kaedah pengekstrakan kandungan laman web untuk memodel ontologi domain pertanian manakala kajian Nawal Masaoud (2009) dan Saidah et al. (2011) menggunakan al-Quran sebagai sumber data.

Kajian lepas turut mengesyorkan penglibatan jurutera pengetahuan dalam pemodelan ontologi domain dengan syarat mempunyai latar belakang teknikal yang tinggi (Simperl & Mochol, 2006). Jurutera pengetahuan perlu mempunyai kebolehan menganalisis ontologi sedia ada sama ada memenuhi keperluan pakar domain atau sebaliknya di samping mengimplementasikan pengetahuan pakar domain ke dalam bentuk ontologi (Janowicz 2008). Selain daripada itu terdapat juga kajian yang melibatkan pakar domain (Fernandez et al., 1999; Chang & Lu, 2004; Brusa et al., 2006; Lauser et al., 2006; Boyce & Pahl, 2007; Xing et al., 2009; Fonou-Dombeu & Huisman, 2011; Wei Yuan et al., 2011; Saidah et al., 2011). Ciri utama menjadi pakar domain ialah mempunyai kepakaran dalam sesuatu domain dan boleh bertindak sebagai sumber yang boleh dipercayai untuk pembangunan ontologi (Ensan & Du, 2007). Pakar domain juga adalah individu yang dapat menyumbang pengetahuannya dalam

sesuatu domain yang ingin dimodel dalam bentuk ontologi (Corvalho et al., 2004; Simperl & Mochol 2006; Omoronyia et al. 2010). Pakar domain diperlukan dapat membantu memberi istilah abstrak yang hanya boleh diperoleh daripada pengalaman dan pengetahuan pakar domain itu sendiri (Xing et al., 2009; Fonou-Dombeu & Huisman 2011). Penglibatan jurutera pengetahuan dan pakar domain perlu dinyatakan dengan jelas dalam kaedah pemodelan ontologi domain bagi mengelak kecelaruan peranan (Boyce & Pahl, 2007).

Sorotan susastera mendapati hanya terdapat sejumlah kecil pengkaji yang memodel ontologi dalam bidang Islam. Kajian ini membangun ontologi domain Islam khususnya bidang ibadah. Ontologi ibadah yang dibangunk dapat membantu penyebaran maklumat berkaitan dengan ibadah yang bersesuaian dengan kehendak para pengguna dalam memenuhi tuntutan agama.

TESAURUS DALAM PEMODELAN ONTOLOGI

Tesaurus merupakan sebuah alat yang bertindak untuk mengubah bahasa tabii yang diguna oleh penulis susastera, bidang pengindeksan, dan capaian maklumat ke dalam jenis yang piawai. Menurut Xing et al. (2009), tesaurus mengandungi istilah yang piawai dan hubungan semantik yang ringkas (hubungan pengkelasan dan hierarki) yang merupakan kebiasaan kepada ontologi. Ontologi mengandungi maklumat mengenai konsep, hubungan semantik antara konsep, contoh dan aksiom bagi sesuatu domain (Ge Li & Zhi Jin, 2008). Kewujudan hubungan semantik ini menjadikan tesaurus sering kali dikaitkan dengan pemodelan ontologi. Menurut Chang et al. (2004), terdapat persamaan antara ontologi dengan tesaurus. Persamaan tersebut adalah seperti berikut:

- i. Menerangkan pengetahuan domain secara spesifik;
- ii. Mengandungi istilah dan hubungan antara istilah;
- iii. Boleh diguna oleh manusia dalam aplikasi pengurusan maklumat untuk mengkatalog dan mencapai maklumat;
- iv. Perlu diselenggara dan disemak secara berterusan.

Bagaimanapun, kajian Chang et al. (2004) mendapati tesaurus hanya dapat memberi hubungan secara kasar tanpa penerangan yang jelas. Hal ini dapat dilihat menerusi perbezaan di antara tesaurus dan ontologi yang memperlihatkan tesaurus mempunyai bilangan hubungan yang terhad seperti *hierarchical* dan *non-hierarchical*.

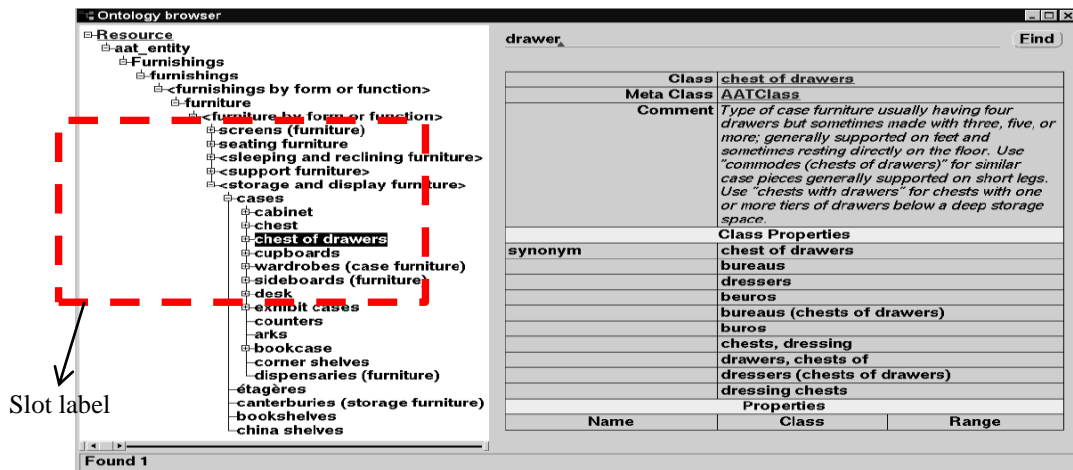
Bagi ontologi pula, atribut dan hubungannya tidak terhad kepada satu kegunaan sahaja. Semua hubungan diperlu untuk menjelas domain yang diberi yang diguna untuk dikaitkan dengan istilah. Hubungan ini diguna untuk membeza konsep. Hal ini penting bagi membolehkan komputer bertindak secara pintar dalam mencari pengetahuan.

Sejak tahun 2001, berbagai-bagai kajian dilakukan melibatkan penggunaan tesaurus dalam pemodelan ontologi seperti dalam Jadual 2:

JADUAL 2. Kajian pemodelan ontologi mengguna tesaurus

Bil	Penyelidik/Tahun	Ontologi
1	Weilinga et al. (2001)	Antique Furniture Ontology
2	Chang dan Lu (2004)	Chinese Agricultural Ontology
3	Lauser et al. (2006)	AGROVOC Agricultural Ontology
4	Xing et al. (2009)	Chinese Travel Domain Ontology

Weilinga et al. (2001) mengguna *Art and Arcitecture Thesaurus* (AAT) dalam memodel ontologi bagi *Antique Furniture* dan mengambil istilah utama sebagai konsep dalam pangkalan data pengetahuan AAT. Semua hierarki dalam AAT diubah menjadi hierarki konsep, iaitu setiap konsep mempunyai slot label yang sesuai dengan istilah utama dalam AAT. Dalam mengembang konsep, slot sinonim diwakili oleh istilah alternatif yang terdapat dalam AAT. Pangkalan pengetahuan AAT diwakilkan dalam bentuk RDFS (*Resource Description Framework Scheme*) yang dibina daripada pelayar RDFS untuk menyemak dan menelusuri hierarki (Rajah 2).



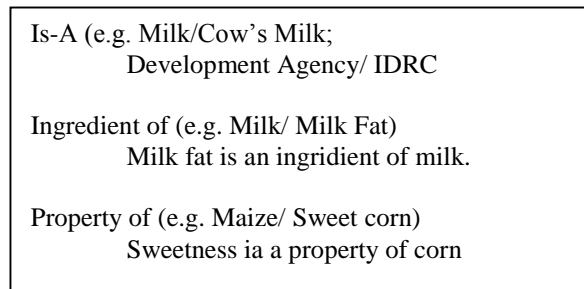
RAJAH 2. Pelayar RDFS menunjukkan hierarki konsep.
Sumber: Weilinga et al. 2001

Chang et al. (2004) pula membangun *Chinese Agricultural Ontology* yang melibatkan beberapa langkah. Sebagai permulaan, sebuah tesaurus yang mengandungi domain yang ingin dibangunn dipilih, iaitu *Chinese Agricultural Thesaurus*. Seterusnya, bahagian yang berkaitan dengan tesaurus tersebut dipilih dan ditukar ke dalam bentuk ontologi dengan memindah data dalam tesaurus ke dalam pangkalan data *Access*. Pengatur cara *Java* kemudiannya menghasilkan fail KAON daripada pangkalan data tersebut. Selain daripada kajian Chang et al. (2004), terdapat juga kajian lain yang melibatkan penggunaan tesaurus dalam pemodelan ontologi bagi bidang pertanian seperti kajian Lauser et al. (2006) yang melibatkan penggunaan tesaurus AGROVOC. AGROVOC merupakan sebuah tesaurus yang berstruktur merangkumi keseluruhan subjek dalam pertanian, perhutanan, perikanan, makanan, dan domain yang berkaitan. Lauser et al. (2006) menyatakan istilah *Broad Term* (BT) dan *Narrow Term* (NT) dalam AGROVOC diwakilkan kepada hubungan yang berbentuk hierarki. Bagaimanapun, hubungan semantikanya tidak dinyatakan dengan jelas seperti dipapar dalam Rajah 3.

<i>MILK</i>	NT Milk Fat
	NT Colustrum
	NT Cow's Milk
<i>Development Agencies</i>	NT development banks
	NT voluntary agencies
	NT IDRC

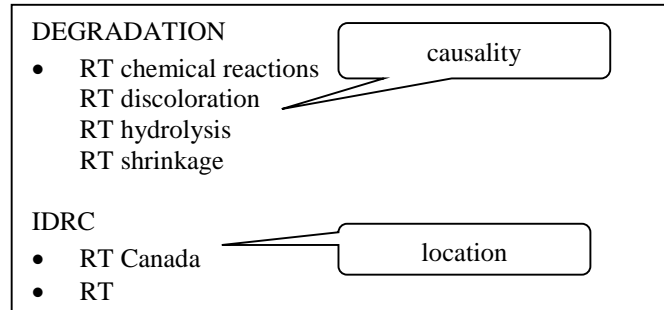
RAJAH 3. Contoh NT dalam AGROVOC.
Sumber: Lauser et al. 2002

Berdasarkan Rajah 3, hubungan BT/NT dalam tesaurus AGROVOC (Lauser et al. 2002) yang dapat ditafsir boleh dilihat menerusi Rajah 4.



RAJAH 4. Penafsiran hubungan BT/NT dalam tesaurus AGROVOC.
Sumber: Lauser et al. 2002

Istilah *Related Term* (RT) dalam AGROVOC pula diwakili kepada hubungan kesamaan (*associative relation*) yang melibatkan semantik yang tidak jelas. RT dalam AGROVOC boleh dirujuk sebagai penyebab, agensi ataupun peralatan, ciri-ciri sesebuah objek, objek bagi tindakan, proses ataupun disiplin, turutan bagi masa ataupun ruang, dan antonim. Contoh RT dalam AGROVOC dapat dilihat menerusi Rajah 5.



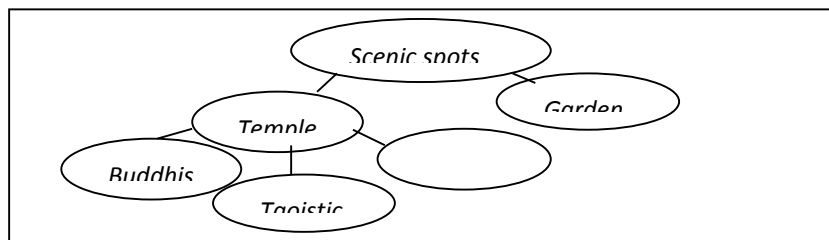
RAJAH 5. Contoh RT dalam AGROVOC.
Sumber: Lauser et al. 2002

Terdapat beberapa langkah perlu diambil untuk pembinaan semula tesaurus AGROVOC (Lauser et al. 2006), iaitu membina ontologi berdasarkan kejuruteraan semula tesaurus AGROVOC. Antaranya adalah dengan cara menganalisis semula hubungan yang sedia ada bertujuan untuk mewujudkan hubungan semantik dengan jelas. Sebagai contoh, hubungan BT/NT boleh ditukar kepada bentuk hubungan 'is-a' secara *default* dan juga boleh ditafsir semula bagi memperoleh hubungan yang lain dengan sebanyak mungkin apabila diperlu. Hubungan RT pula boleh ditafsir semula kepada hubungan yang khusus seperti *produces*, *used by*, dan *made for*. Selain daripada menganalisis semula hubungan, antara langkah yang perlu diambil ialah menentu konsep komposit dalam konsep asas yang boleh diwakili dengan jelas. Sebagai contoh, *perishable product* boleh diwakili sebagai product dengan mengambil *perishable* sebagai atribut.

Selain daripada domain pertanian dan seni bina, domain pelancongan juga turut mengaplikasikan tesaurus bagi pemodelan ontologi seperti dalam kajian Xing et al. (2009). Dalam kajian tersebut, ontologi domain yang berkaitan dengan domain pelancongan China dibangunkan menggunakan *Chinese Classified Thesaurus*. Bagi Xing et al. (2009), terdapat empat elemen penting dalam pemodelan ontologi, iaitu Istilah, Hierarki, Hubungan Semantik, dan Kebolehan Penaakulan. Namun hanya dua elemen, iaitu Istilah dan Hierarki terlibat dalam pemodelan ontologi.

Istilah merujuk kepada konsep asas bagi sesuatu domain. Ontologi merupakan satu set istilah hierarki yang berstruktur bagi menerangkan sebuah domain yang boleh diguna sebagai rangka asas untuk pangkalan pengetahuan (Swartout et al., 1997). Bagi memasti istilah yang diguna memenuhi piawaian, Xing et al. (2009) mengguna tesaurus tetapi tesaurus tidak mampu menjelas sesuatu bidang yang khusus. Menurut pakar domain, penambahan istilah baharu perlu dilakukan bagi menjelas sesetengah konsep yang penting tetapi tidak wujud dalam tesaurus. Sebagai penyelesaian, dua jenis istilah ditakrif, iaitu istilah konseptual dan istilah abstrak. Istilah konseptual merujuk kepada kelas konseptual yang diambil daripada tesaurus, manakala istilah abstrak pula merujuk kepada kelas abstrak yang diberi oleh pakar domain. Sebagai contoh, istilah 'Xian Tong Temple' dan 'Dai Luo Ding' merupakan istilah yang penting dalam domain pelancongan tetapi tidak terdapat dalam tesaurus. Pada masa yang sama, istilah yang ditukar daripada tesaurus tidak semestinya dapat memenuhi sesuatu bidang ontologi yang ingin dibangunkan. Justeru, penukaran perlu dibuat berdasarkan domain ontologi yang ingin dibangunkan.

Hierarki merupakan hubungan antara konsep seperti *is-a*, *kind-of*, dan *part-of*. Hierarki merujuk kepada *inheriting relationship* dan sekiranya berada dalam kelas yang berbeza, hierarki merujuk kepada *combination relationship* seperti sesetengah kelas yang merupakan tindanan (*intersection*), gabungan (*union*), set lawanan (*inverse set*), dan set pelengkap (*complementary set*) kepada kelas yang lain. Melalui cara ini, istilah (konsep) dapat dihubungkan dengan hierarki seperti yang dipapar dalam Rajah 6.

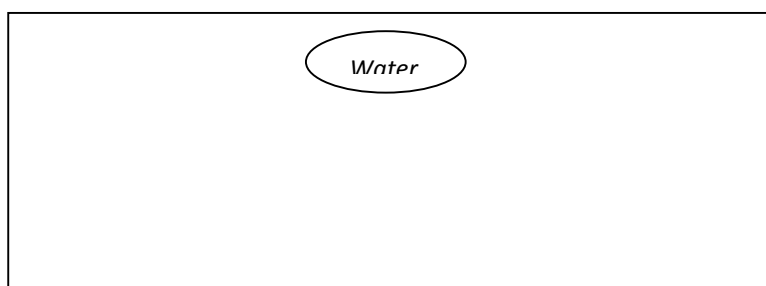


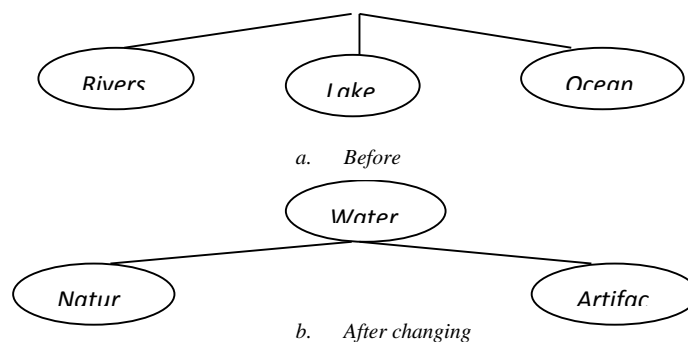
RAJAH 6. Sebahagian hierarki 'landscape'.
Sumber: Xing et al. 2009

Istilah yang terdapat dalam Rajah 6 kemudian boleh diformalkan seperti yang berikut:

- Is-Kind-Of (Scenic spots, Temple)*
- Is-Kind-Of (Scenic spots, Gardens)*
- Is-Kind-Of (Buddhist Temple, Temple)*
- Is-Kind-Of (Temple, Taoistic Temple)*

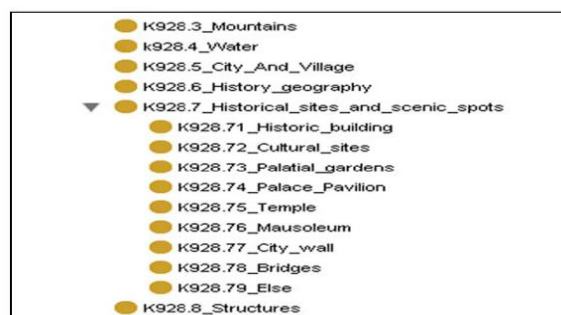
Terdapat dua jenis perubahan hierarki tesaurus, iaitu perubahan hierarki menurut pengetahuan domain (Rajah 7(a)) dan pembahagian hierarki baharu berdasarkan pengetahuan domain yang jelas memperlihatkan tesaurus tidak membahagiya secara khusus (Rajah 7(b)).





RAJAH 7. Perubahan hierarki.
Sumber: Xing et al. 2009

Selepas sedikit perubahan, tesaurus boleh diguna ke dalam ontologi. Rajah 8 menunjukkan sebahagian hierarki ontologi yang dihasil oleh Xing et al. (2009).

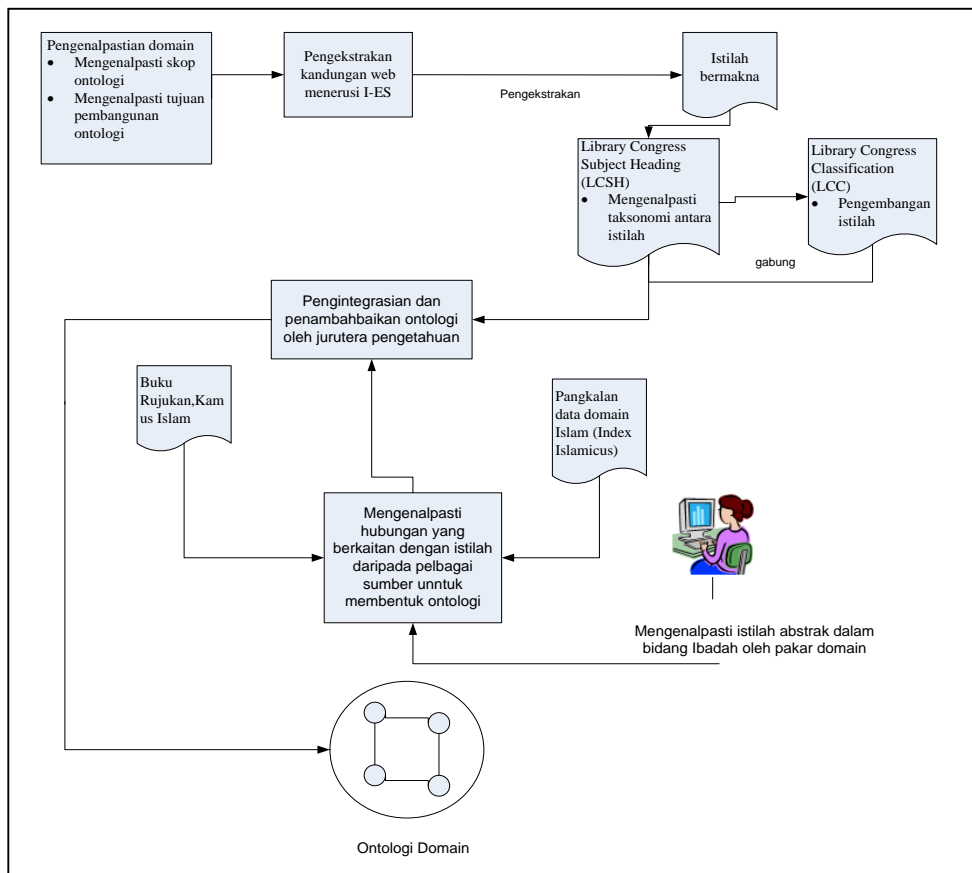


RAJAH 8. Sebahagian hierarki dalam ontologi pelancongan China
Sumber: Xing et al. 2009

Setiap kajian pemodelan ontologi yang melibatkan penggunaan tesaurus mempunyai pendekatan yang hampir sama dalam menukar istilah tesaurus seperti UF, BT, NT, dan RT ke dalam bentuk ontologi. Perbezaannya hanya pada waktu tesaurus ini diguna dan bagaimana tesaurus ini diaplikasi sama ada secara manual mahupun automatic. Analisis terhadap pemodelan ontologi mendapati ontologi juga boleh dibangun menggunakan tesaurus seperti yang dilakukan oleh Xing et al. (2009). Menurut Xing et al. (2009), ontologi dibangun mengguna tesaurus mempunyai kebolehan mengembang ontologi yang baik dan boleh mengelak perubahan yang besar sekiranya terdapat pihak yang ingin mengemaskini ontologi kemudian.

METOD

Metod yang diguna dalam kajian ini dibahagikan kepada empat fasa, iaitu fasa mengenal pasti domain kajian pemodelan ontologi, fasa pemodelan ontologi domain ibadah, fasa pengintegrasian ontologi ibadah ke atas prototaip sedia ada, dan fasa pengujian kandungan ontologi ibadah serta pengujian prototaip yang diintegrasikan dengan ontologi. Kerangka pembangunan ontologi domain ibadah Islam boleh dilihat dalam Rajah 9.



FASA MENGENALPASTI DOMAIN KAJIAN PEMODELAN ONTOLOGI

Menurut Noy & McGuinness (2001), pembangunan ontologi kajian bermula dengan menentu domain dan skop ontologi dengan mengadakan temu bual dengan pakar dalam bidang Islam. Untuk tujuan ini profesor dari Fakulti Pengajian Islam, Universiti Kebangsaan Malaysia ditemu bual. Temu bual mendapati Fiqah Islam terbahagi kepada empat bahagian utama, iaitu Ibadah, Muamalat, Jenayah, dan Nikah (Munakahat). Selepas mengadakan perbincangan dengan pakar domain, domain ibadah dipilih kerana merupakan cara hidup umat Islam. Ibadah ini merupakan rukun Islam yang wajib diikuti oleh umat Islam. Domain ini dipilih agar dapat memberi ilmu yang bermanfaat kepada pengguna I-ES® semasa mencari maklumat berkaitan dengan Ibadah Islam.

FASA PEMODELAN ONTOLOGI IBADAH

Dalam fasa pemodelan ontologi, terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan, iaitu pengenalpastian sumber data untuk memodel ontologi, pengestrakan kandungan laman web Islam mengguna Sistem Pengekstrakan Islam, pengembangan istilah yang diperolehi daripada hasil pengestrakan mengguna sumber eksplisit yang berwibawa, dan pemodelan ontologi ke dalam perisian pemodelan ontologi seperti Protege.

PENGENALPASTIAN SUMBER DATA BAGI MEMBANGUN ONTOLOGI

Sumber data untuk memodel ontologi Ibadah dalam Islam diperolehi daripada sumber rujukan yang dicadangkan oleh pakar domain. Antaranya ialah *The pillars of Islam & iman and what every Muslim must know about his religion*, *The pillars of Islam*, *Fiqh according to the Qur'an & Sunah* and *Fiqh 4 mazhab*. Selain daripada itu dalam membangun sistem carian maklumat Islam yang berbantu domain ontologi, laman dan sumber web tentang Islam yang berwibawa dikenal pasti. Juhana et al. (2007) memberi kriteria tentang penilaian ke atas laman dan sumber web dari segi kandungan dan autoriti sumber seperti yang berikut:

1. Siapakah khalayak sasarannya?
2. Apakah tujuan laman web dijana dan apakah kandungannya?
3. Apakah nilai yang relatif dalam laman web tersebut berbanding dengan sumber lain sedia ada dalam sesuatu topik yang sedang dikaji?
4. Siapakah pengarang atau pembangun sesuatu laman web?
5. Adakah individu berkenaan merupakan individu yang arif dan berpengaruh dalam subjek laman web yang dihasilkan?
6. Bilakah item laman web dibina?

Berdasarkan kriteria di atas, sebanyak 32 laman dan sumber web yang berwibawa dipilih seperti berikut:

1. Jabatan Agama Islam Selangor (<http://www.jais.gov.my>)
2. Princeton University (<http://www.princeton.edu>)
3. Akademi Mutawwif (<http://akademimutawwif.my>)

Selepas mengenal pasti beberapa URL laman web Islam yang berwibawa, URL ini diinput ke dalam I-ES[®] untuk tujuan pengekstrakan bagi memperoleh istilah yang bermakna dalam laman web tersebut. Contoh yang diberi untuk pemodelan ini ialah konsep ‘Sembahyang’. Rajah 10 menunjukkan ruangan untuk memasukkan satu URL untuk diekstrak.

RAJAH 10. Pengekstrakan URL dalam IES[®]

Hasil daripada pengekstrakan URL merupakan senarai *word index* yang terdapat seperti dalam Rajah 11.

<input type="checkbox"/>			1294	www.islam.com	51	vw	1	0
<input type="checkbox"/>			13145	www.usc.edu	52	obligation	1	0
<input type="checkbox"/>			13126	www.usc.edu	52	pilgrimage	1	0
<input type="checkbox"/>			13127	www.usc.edu	52	hajj	140	0
<input type="checkbox"/>			18962	www.usc.edu	61	praised	1	0
<input type="checkbox"/>			18961	www.usc.edu	61	worshipped	2	0
<input type="checkbox"/>			18960	www.usc.edu	61	testified	1	0
<input type="checkbox"/>			37088	www.islam.gov.my	62	kali	1	0
<input type="checkbox"/>			18958	www.usc.edu	61	prayer	14	0
<input type="checkbox"/>			18957	www.usc.edu	61	evening	1	0
<input type="checkbox"/>			37082	www.islam.gov.my	62	pakaian	1	0
<input type="checkbox"/>			17971	www.usc.edu	60	father	8	0
<input type="checkbox"/>			18953	www.usc.edu	61	mother	4	0
<input type="checkbox"/>			17969	www.usc.edu	60	family	3	0
<input type="checkbox"/>			37085	www.islam.gov.my	62	pergerakan	1	0

Check All / Uncheck All With selected:

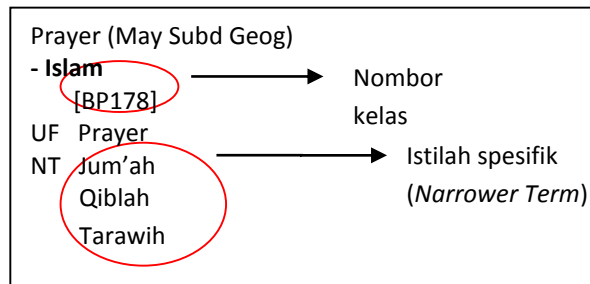
Show: 30 row(s) starting from record # 60 in horizontal mode and repeat headers after 100 cells

RAJAH 11. Senarai *word index*

PENGEMBANGAN ISTILAH MENGGUNA SUMBER EKSP LISIT YANG BERWIBAWA.

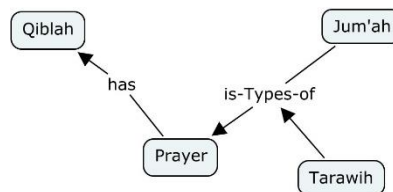
Bagi memantap pemodelan ontologi, istilah bermakna dipilih. Pemilihan istilah bermakna dilakukan menerusi pepadanan senarai word index berfrekuensi ($tf \times idf$) tinggi yang terhasil daripada pengekstrakan dengan rujukan sumber eksplisit tentang ibadah. Istilah bermakna kemudiannya diperluas mengguna tesaurus yang mapan. Dalam konteks ini, LCSH dirujuk sebagai tesaurus mapan. Penggunaan LCSH bertujuan memberi capaian yang mengandungi unsur semantik kepada pengguna yang jelas memperlihatkan pengguna dapat mengetahui istilah yang berkaitan dengan kata kunci yang dimasukkan sekali gus meluas skop carian. Hampir semua istilah yang terdapat dalam LCSH ditukar kepada kelas (konsep). Terdapat empat jenis hubungan yang mewakili istilah dalam LCSH, iaitu *Broader Term*, *Narrower Term*, *Related Term*, dan *Use*. *Broader Term* dan *Narrower Term* diguna untuk membentuk

struktur hierarki kelas-subkelas yang merupakan penggolongan/taksonomi asas daripada ontologi. Seterusnya, hubungan *Related Term* dan *Use* diwakili sebagai properti daripada kelas ini dan membentuk sebuah set awal hubungan non-hierarchy. Dalam kajian ini, istilah ‘prayer’ dirujuk dalam LCSH (Rajah 12).



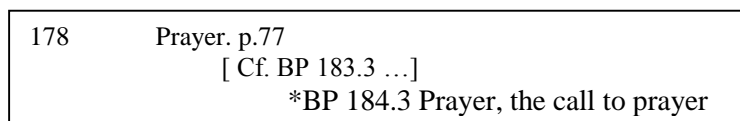
RAJAH 12. Perkataan ‘prayer’ dalam LCSH

Selepas istilah ‘prayer’ dalam LCSH dirujuk, beberapa istilah dikenal pasti sebagai sinonim kepada istilah ‘prayer’. Istilah khusus yang dikenal pasti kemudian ditukar ke dalam hubungan ‘has’ dan ‘is-types-of’ dalam bentuk ontologi (Rajah 13).



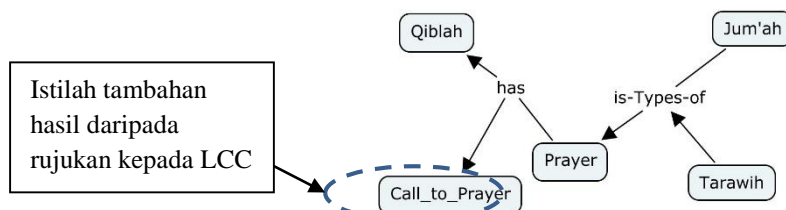
RAJAH 13. Hasil selepas istilah ‘prayer’ dirujuk dalam LCSH.

Dalam LCSH terdapat nombor kelas bagi sesuatu istilah yang dirujuk dalam LCC. Bagi pembinaan ontologi, LCC ini diaplikasi untuk mengembang sesebuah konsep. Rajah 14 menunjukkan sebahagian daripada kelas BP 178 dalam LCC.



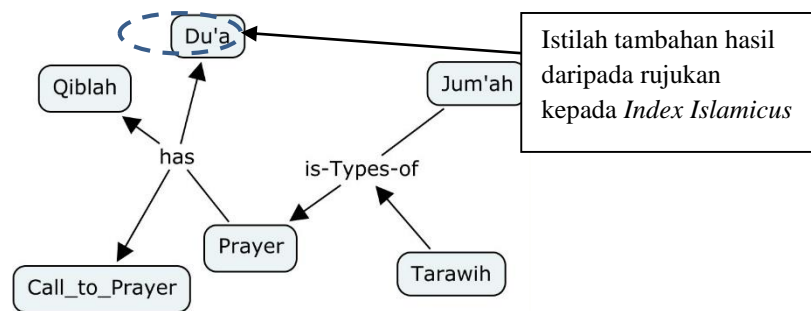
RAJAH 14. Kelas BP 178 dalam LCC.

Istilah ‘prayer’ ini kemudian dirujuk dalam LCC bagi mengembang istilah ‘prayer’ tersebut. Hasil pengembangan istilah ‘prayer’ dapat dilihat menerusi Rajah 15.



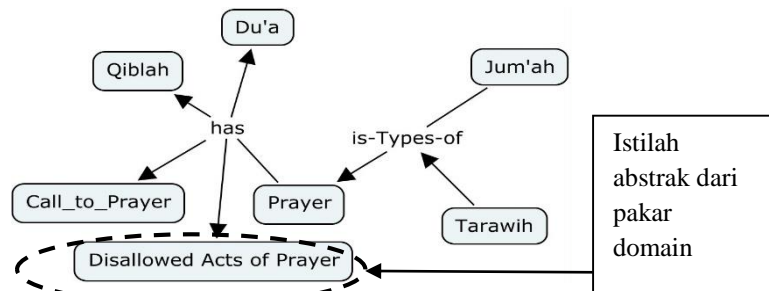
RAJAH 15. Hasil setelah istilah ‘prayer’ dirujuk dalam LCC.

Selepas mengguna LCSH dan Jadual *Library of Congress Classification*, domain ontologi ini diperluas dengan mengguna *Index Islamicus*. Rajah 16 merupakan hasil selepas rujukan terhadap *Index Islamicus* dilakukan.



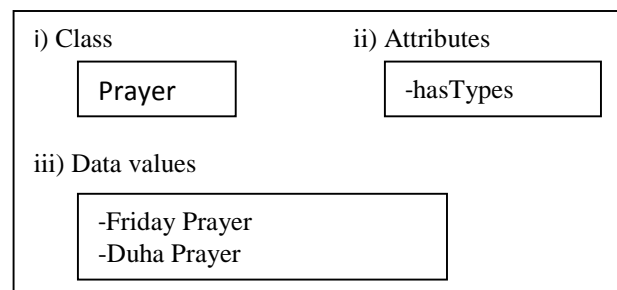
RAJAH 16. Output selepas rujukan ke atas Index Islamicus dibuat.

Selepas penambahan properti ke atas konsep mengguna *Index Islamicus*, maklumat yang banyak diperlu bagi memperluas kata kunci yang diperolehi. Konsep dalam ontologi ini boleh dikembang dengan merujuk sumber yang sah. Pandangan pakar domain diperlu sekali lagi bagi meninjau ontologi yang dibina kerana tesaurus hanya memberi istilah konseptual sahaja. Oleh itu, pandangan pakar domain juga diperlu bagi menyumbang istilah abstrak yang dianggap penting dalam domain tersebut. Rajah 17 menunjukkan istilah yang ditambah oleh pakar domain.



RAJAH 17. Output selepas penambahan istilah abstrak daripada pakar domain

Setelah itu, konsep yang diperolehi dipeta ke dalam ontologi. Perkara pertama yang perlu dikenal pasti ialah tindakan mendefinisi kelas, atribut, dan nilai data. Contoh bagi kelas, atribut, dan nilai data boleh dilihat dalam Rajah 18.



RAJAH 18. Kelas, atribut dan nilai data.

Selepas kelas, atribut dan nilai data dikenal pasti, maka kelas, atribut dan nilai data ini diubah ke dalam bentuk ontologi dengan menggunakan perisian seperti *Protégé*.

FASA PENGINTEGRASIAN ONTOLOGI IBADAH KE ATAS PROTOTAIP I-ES®

Analisis ke atas Sistem Pengekstrakan Islam dilakukan untuk mengetahui kelemahan sistem tersebut bagi membolehkan pengkaji menyelesaikan masalah yang dihadapi. Antara kelemahan yang dikenal pasti ialah ketiadaan semantik dalam capaian maklumat yang menjadikan skop pencarian pengguna menjadi terhad. Selepas kelemahan dikenal pasti, maka fasa penambahbaikan bermula. Pengkaji melakukan penambahbaikan pada modul capaian. Berdasarkan kajian lepas, penggunaan ontologi dapat membantu meningkatkan kualiti capaian maklumat.

FASA PENGUJIAN KANDUNGAN ONTOLOGI IBADAH DAN PENGUJIAN PROTOTAIP

Dua jenis pengujian dilakukan, iaitu pengujian dari segi kandungan ontologi ibadah (pengujian formatif) dan pengujian dari segi hasil capaian yang diperolehi selepas ontologi diintegrasikan ke dalam I-ES® (pengujian sumatif). Kaedah analisis 'Think Aloud' (Kelly, 2009) digunakan sebagai satu cara pengujian yang melibatkan pakar memberi pandangan berdasarkan apa yang diuji. Pengujian formatif melibatkan dua peringkat melibatkan tiga orang pakar untuk menilai kecukupan kandungan ontologi ibadah dan menyemak ketepatan istilah yang digunakan pada peringkat pertama. Pada peringkat kedua, pembetulan dan penambahan dilakukan ke atas ontologi tersebut sekiranya perlu. Selepas itu, ontologi tersebut diintegrasikan ke dalam prototaip.

Setelah selesai pengintegrasian ontologi ibadah ke dalam prototaip, pengujian sumatif dilakukan. Pengujian melibatkan lima orang pakar dengan menggunakan prototaip. Pengujian bertujuan melihat sejauh mana prototaip sistem dapat membantu pengguna mencapai maklumat ibadah Islam menerusi pengaplikasian ontologi yang dibangun berdasarkan kerangka yang dihasilkan ke atas prototaip sedia ada. Matlamat ontologinya bertujuan membantu pengguna mencapai maklumat yang menepati kehendak. Pengujian sumatif melibatkan dua peringkat. Peringkat pertama bagi mendapat maklum balas pakar tentang prototaip manakala peringkat kedua adalah hasil prototaip yang diperbaiki berdasarkan maklum balas pakar.

KEPUTUSAN DAN ANALISIS

Terdapat dua peringkat penilaian yang dilakukan, iaitu penilaian kandungan ontologi dan penilaian prototaip yang diintegrasikan dengan ontologi ibadah. Hasil penilaian bagi kandungan ontologi ibadah dan penilaian prototaip dibincang pada bahagian yang seterusnya.

ANALISIS KANDUNGAN ONTOLOGI

Terdapat dua peringkat untuk menilai kandungan ontologi ibadah. Penilaian peringkat pertama melibatkan aspek lengkap, kebolehpercayaan, jelas, dan ketepatan. Penilaian peringkat kedua pula merupakan susulan penilaian peringkat pertama, iaitu selepas tindakan susulan diambil berdasarkan komen pada peringkat pertama. Penilaian peringkat kedua ini melibatkan aspek

pemurnian dari segi jelas dan ketepatan. Item yang dinilai pada peringkat pertama dan kedua adalah seperti berikut. Penilaian kedua-dua peringkat dapat dilihat dalam Jadual 3.

JADUAL 3. Analisis Kandungan Ontologi dalam Kedua-dua Peringkat

Bil.	Aspek Penilaian	Peringkat Pertama	Peringkat Kedua
1.	Lengkap: Istilah yang terdapat dalam ontologi ibadah ini menyeluruh ataupun sebaliknya.	Ontologi yang dimodel oleh pengkaji secara umumnya mencakupi hampir keseluruhan konsep dalam domain ibadah. Bagaimanapun, penelitian terhadap skop yang dilakukan oleh kumpulan pakar domain ini mendapati masih terdapat beberapa kelas utama (<i>superclass</i>) yang tidak dicakupi oleh pengkaji dalam pemodelan ontologi bagi domain ibadah Islam. Antara kelas utama yang dikenal pasti ialah pembahagian najis, hadas, pembahagian air, cara bersuci, penyapuan khuf, dan sembelihan	Tiada ulasan skop yang ingin dinyatakan kerana penentuan dan penyemakan skop telah dibincangkan pada peringkat awal.
2.	Kebolehpercayaan: Mendapat pengesahan kumpulan pakar domain sama ada sumber rujukan yang diguna untuk memodel ontologi ibadah ini boleh dipercayai mahupun sebaliknya.	Bagi mengesah sumber rujukan yang diguna untuk pemodelan ontologi berkualiti dan berwibawa, pengkaji menunjukkan sumber rujukan yang diguna dan meminta pandangan kumpulan pakar domain. Kumpulan pakar domain mencadang sumber rujukan tambahan dalam melakukan pemodelan ontologi domain ibadah.	Tiada cadangan sumber rujukan tambahan yang dikemuka oleh kumpulan pakar domain bagi memodel ontologi domain ibadah kerana pada peringkat ini hanya terdapat pemurnian kelas utama, subkelas, dan istilah yang diguna dalam pemodelan
3.	Jelas: Melihat sama ada istilah yang terdapat dalam ontologi ibadah boleh difahami mahupun sebaliknya	Terdapat beberapa kekurangan dari segi subkelas dalam beberapa kelas utama. Sebagai contoh, kumpulan pakar domain mencadang agar subkonsep definisi ditambah bagi setiap konsep yang terdapat dalam domain ibadah bagi memasti penerangan setiap konsep dinyatakan dengan jelas	Pemurnian terhadap kelas utama dan subkelas pada peringkat pertama dilakukan dengan bantuan kumpulan pakar domain. Kumpulan pakar domain berkongsi pengetahuan yang berkaitan dengan domain ibadah ini. Pengetahuan pakar adalah berbentuk abstrak dan tidak terdapat dalam sumber rujukan. Pada peringkat ini juga perbincangan lanjut dengan kumpulan pakar domain tentang pembahagian sesuatu tajuk yang dibahas dalam beberapa sumber rujukan diadakan. Perbincangan ini penting bagi mengelak daripada kesilapan dalam mengembang kelas utama yang terdapat dalam domain ibadah.
4.	Ketepatan: Mengesah sama ada istilah yang	Istilah yang diguna dalam memodel ontologi ibadah ini turut	Penyeragaman istilah penting bagi menghasilkan ontologi yang berkualiti

terdapat dalam ontologi adalah tepat atau sebaliknya.	dalam ibadah atau	ditekankan bersama kesalahan menimbulkan kalangan pengguna yang menggunakannya di samping terdapat maksud yang lain. Selain daripada itu, pakar domain turut mencadangkan supaya pengkaji merujuk kamus bagi menyemak ejaan setiap istilah yang diguna bagi memodel ontologi ibadah.	dalam temu bual kerana pakar domain kerana penggunaan istilah kekeliruan dalam kalangan pengguna yang boleh memberi terdapat kemungkinan memberi maksud yang lain. Selain daripada itu, pakar domain turut mencadangkan supaya pengkaji merujuk kamus bagi menyemak ejaan setiap istilah yang diguna bagi memodel ontologi ibadah.	kerana pengkaji merujuk kepada beberapa sumber rujukan yang memungkin kepelbagaian penggunaan istilah. Penyeragaman dilakukan dengan mengadakan perbincangan bersama kumpulan pakar domain bagi menyeragam istilah bagi kelas utama dan subkelas yang berkaitan. Kumpulan pakar domain turut merujuk kamus yang mengandungi istilah dalam bidang agama Islam bagi memasti istilah yang diguna adalah istilah piawai.
---	-------------------	--	--	--

ANALISIS PENGUJIAN PROTOTAIP

Pengujian prototaip dilakukan bagi mengukur ketepatan (*precision*) dan dapatan semula (*recall*) dengan menggunakan kaedah ‘*Think Aloud*’. Pengujian ini melibatkan dua peringkat. Peringkat pertama bertujuan melihat beberapa aspek yang melibatkan pengetahuan yang diperoleh hasil daripada penggunaan prototaip, jumlah kandungan maklumat, kerelevanan maklumat, dan kefahaman maklumat. Pengujian prototaip peringkat kedua pula memperlihatkan hasil tindakan yang diambil oleh pengkaji berdasarkan komen kumpulan pakar mengenai prototaip pada peringkat pertama. Antara aspek yang dilihat ialah jumlah kandungan maklumat dan kerelevanan maklumat.

PENGETAHUAN YANG DIPEROLEH HASIL DARIPADA PENGGUNAAN PROTOTAIP.

Item ini diukur bagi melihat sama ada istilah yang terdapat dalam ontologi ibadah dapat membantu menambah pengetahuan pengguna. Item ini mengandungi dua soalan. Analisis soalan pertama mendapati pakar domain memberi pandangan yang positif kepada istilah yang disediakan dalam tiga bahasa yang berbeza yang terdapat dalam prototaip. Respon dari empat orang pakar menyatakan istilah yang disediakan dalam tiga bahasa berbeza memberi hasil carian yang banyak tentang sesuatu topik. Bagaimanapun, Pakar 4 mencadangkan supaya istilah lain yang seerti sama ada berlainan perkataan atau ejaan ditambah. Contoh istilah transliterasi puasa dalam bahasa Arab, iaitu ‘*sawm*’ dan ‘*saum*’. Kedua-dua perkataan ini mempunyai makna yang sama, iaitu puasa. Selain daripada itu, semua pakar domain bersependapat istilah berkaitan (*related search*) yang disediakan dapat membantu pengguna mengembang pengetahuan mengenai subjek yang dicari. Hal ini menunjukkan istilah berkaitan yang terhasil daripada pemodelan ontologi ibadah ini dapat membantu pengguna menambah pengetahuan dan memberi pengguna cadangan istilah pencarian yang mungkin tidak terfikir sebelumnya.

JUMLAH KANDUNGAN MAKLUMAT

Item ini bertujuan untuk mengukur kebolehan ontologi bagi memperoleh maklumat yang mencukupi tentang keperluan pengguna. Sejumlah empat daripada lima orang pakar pada peringkat pertama bersependapat bahawa istilah berkaitan (*related search*) yang disediakan dapat membantu memperoleh maklumat yang mencukupi.

Bagaimanapun, Pakar 4 tidak bersetuju apabila menyatakan walaupun istilah berkaitan yang disediakan dapat membantu memperoleh maklumat yang mencukupi tetapi penambahan maklumat menerusi laman web *related search*, terutamanya laman web organisasi agama Islam yang berwibawa seperti JAKIM masih boleh dilakukan. Selain daripada itu, laman web

yang dikendalikan oleh para ulama muktabar seperti al-Qaradawi perlu ditambah. Pada peringkat kedua, semua pakar bersependapat istilah berkaitan (*related search*) yang disediakan dapat membantu memperoleh maklumat yang mencukupi.

KERELEVANAN MAKLUMAT

Item kerelevanan maklumat melibatkan pengukuran tertumpu kepada sama ada ontologi dapat membantu mencapai maklumat yang relevan dengan kehendak para pengguna atau sebaliknya. Semua pakar bersependapat konsep utama dan istilah berkaitan yang disediakan dapat memenuhi kehendak mereka. Maklum balas daripada kumpulan pakar tentang capaian dokumen web menerusi konsep utama dan istilah berkaitan menunjukkan empat orang pakar bersetuju dokumen yang dicapai adalah menepati keperluan. Bagaimanapun, Pakar 4 berpendapat banyak penambahan dokumen perlu dilakukan. Pakar tersebut mencadangkan beberapa laman web seperti laman web Yusuf al-Qaradawi, Dr. Wahbah Zuhayli, laman web organisasi seperti Universiti al-Azhar, Jabatan Kemajuan Islam Malaysia (JAKIM), dan laman web Majlis Agama Islam Negeri. Namun begitu, pada peringkat kedua, semua pakar sependapat dengan kenyataan bahawa dokumen yang dicapai menerusi istilah berkaitan dapat menepati kehendak mereka.

KEFAHAMAN MAKLUMAT

Item kefahaman maklumat diukur untuk melihat sama ada ontologi dapat memberi kefahaman kepada pengguna dalam melakukan pencarian maklumat. Maklum balas kumpulan pakar mengenai item kefahaman maklumat menunjukkan semua pakar bersependapat istilah terjemahan yang disediakan mudah difahami pada kedua-dua peringkat. Semua pakar turut bersependapat dengan pernyataan istilah berkaitan yang disediakan mudah difahami.

KESIMPULAN

Ontologi mampu membantu menyelesaikan masalah terutamanya dari segi capaian maklumat yang relevan di samping dapat membantu mengembang pengetahuan pengguna bagi sesuatu subjek yang dicari. Kebanyakan pemodelan ontologi mematuhi kaedah pemodelan ontologi seperti yang dicadangkan oleh Noy & Mc Guinness (2001). Kajian lepas seperti *Antique Furniture Ontology*, *Chinese Agricultural Ontology*, *Agricultural Ontology*, dan *Chinese Travel Ontology* didapati menggunakan sumber lain seperti tesaurus dalam pemodelan ontologi domain kajian. Tesaurus mengandungi istilah yang piawai dan hubungan semantik yang ringkas (hubungan pengkelasan dan hierarki) yang merupakan kelaziman kepada ontologi. Ontologi yang dimodel dengan penggunaan tesaurus dapat dikembang dengan baik sekiranya terdapat pihak melakukan pengemaskinian terhadap ontologi tersebut pada masa hadapan.

Bagaimanapun, penggunaan tesaurus ataupun sumber rujukan tidak dapat menjelas sesuatu bidang yang khusus kerana kedua-duanya hanya mengandungi istilah yang berbentuk konseptual (istilah yang terdapat dalam tesaurus dan sumber rujukan sahaja). Justeru, pakar domain diperlu bagi membantu mengemuka istilah yang berlainan selain daripada istilah konseptual, iaitu istilah daripada pengetahuan mereka sendiri (istilah abstrak). Tinjauan ke atas pemodelan ontologi domain melibatkan jurutera pengetahuan mendapati jurutera pengetahuan diperlu dalam pemodelan ontologi domain.

Oleh kerana tidak terdapat kajian menggunakan tesaurus sebagai salah satu sumber pemodelan ontologi bagi domain Islam, maka kajian ini mencadangkan kerangka pemodelan ontologi berasaskan pendekatan hibrid, iaitu yang melibatkan penggunaan tesaurus, jurutera pengetahuan, dan pakar domain. Kerangka pemodelan ontologi yang dicadangkan kemudian

diguna sebagai panduan bagi memodel ontologi. Hasilnya, sebuah ontologi dapat dimodel dan diintegrasikan ke dalam I-ES® dengan tujuan menambah elemen semantik dalam I-ES® terdahulu kerana ontologi bertindak sebagai tulang belakang kepada web semantik. Hasil daripada pengintegrasian ontologi menunjukkan I-ES® dapat mencapai maklumat sekali gus dapat mengembang pengetahuan pengguna menerusi istilah yang disediakan serta mencapai maklumat yang menepati keperluan.

PENGHARGAAN

Ribuan terima kasih kepada beberapa orang pensyarah di Fakulti Pengajian Islam UKM dan beberapa orang penyelidik di Institut Islam Hadhari atas sumbangan mereka dalam menilai ontologi untuk kajian ini. Ribuan terima kasih diucapkan kepada kumpulan penyelidikan *Knowledge Technology* Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat memberi input positif melalui kolokium. Sekalung penghargaan diberikan kepada projek penyelidikan UKM-GUP-2011-247 kerana menyumbangkan dana untuk penyelidikan ini.

RUJUKAN

- Anon. 2003. National library to start digital library on Islam. The Star Online, 9 October
<http://thestar.com.my/news/story.asp?file=/2003/10/9/nation/6448902&sec=nation>. [12 Mac 2012]
- Beck, H and Pinto, H. S. 2002. Overview of approach, methodologies, standards, and tools for ontologies. Agricultural and Biological Engineering Department of Information Systems, University of Florida, The Agricultural Ontology Service, UN FAO.
- Boyce, S. and Pahl, C. 2007. Developing Domain Ontologies for Course Content. *Educational Technology & Society* 10(3): 275-288.
- Bruijn, J.D. 2003. Using Ontologies: Enabling Knowledge Sharing and Reuse on the Semantic Web. DERI Technical Report DERI-2003-10-29. Digital Enterprise Research Institute.
- Brusa, G., Calusco, M.L., Omar Chiotti. 2006. A Process for Building a Domain Ontology: an Experience in Developing a Government Budgetary Ontology. *Proceedings of the second Australasian Ontology Workshop*. Darlinghurst: Australian Computer Society, 1-15.
- Carvalho, R.M., Berrios, D.C., Wolfe, S.R., & Williams, J. 2005. Ontology Development and Evolution in the Accident Investigation Domain. Paper Presented at *IEEE Aerospace Conference*, Montana, 5-12 December.
- Chang, Chun and Lu, Wenlin. 2004. From agricultural thesaurus to ontology. *5th AOS Workshop*, Beijing, 27- 29 April.
- Ensan, F., Du, W. 2007. Towards Domain-Centric Ontology Development and Maintenance Frameworks. *Proceedings of the Nineteenth International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering (SEKE'2000)*. Skokie: Knowledge Systems Institute Graduate School, 622-627.
- Corcho, O., Fernando-Lopez, M., Gomez-Perez, A. 2002. Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point? *Data and Knowledge Engineering* 46(1): 41-64.
- Fernandez-Lopez, M., Gomez-Perez, A., Pazos-Sierra, A., and Pazos-Sierra, J. 1999. Building a chemical ontology using METHONTOLOGY and the ontology design environment, *IEEE Intelligent Systems & Their applications* 14(1):37-46.
- Fonou Dombeu, J.V. and Huisman, M. 2011. Combining Ontology Development Methodologies and Semantic Web Platforms for E-government Domain Ontology Development. *International Journal of Web & Semantic Technology* 2 (2): 12-25.
- Ge, Li and Zhi Jin. 2011. An Ontology based Method for Building Understandable Hierarchical Classification Structure for Software Assets Browsing. *The 23rd International Conference on*

- Software Engineering & Knowledge Engineering*. Skokie: Knowledge Systems Institute Graduate School, 521-526.
- Guarino, N. 1998. Formal Ontology in Information Systems. *Proceedings of FOIS'98*. Amsterdam: IOS Press, 3-15.
- van Heijst, G., Schreiber, A., and Wielinga, B.J. 1997. Using explicit ontologies in KBS development. *International Journal of Human-Computer Studies* 45:183-292.
- Holi, M. and Hyvonen, E. 2004. Probabilistic Information Retrieval Based on Conceptual Overlap in Semantic Web Technologies. *Proceedings of the 11th Finnish AI Conference, Web Intelligence*, Finland: Finnish AI Society, 1-15.
- Janowicz, K., Maue, P., Wilkes, M., Schade, S., Scherer, F., Braun, M., Dupke, S., and Kuhn, W. 2008. Similarity as a Quality Indicator in Ontology Engineering. *Proceedings of the 2008 conference on Formal Ontology in Information Systems*. Amsterdam: IOS Press, 92-105.
- Juhana S., Junaidah M.K. dan Azizah Jaafar. 2007. *Kemahiran Maklumat Teori dan Amalan*. Bangi: Desktop Publisher.
- Juhana S., Siti Farhana M.H., and Shahrul Azman M.N. 2012. Symbiosis of thesaurus, domain expert and reference sources in designing a framework for the construction of a multilingual ontology for Islamic Portal. *International Journal on Electrical Engineering and Informatics* 4(1): 120-133.
- Kelly, D. 2009. Methods for Evaluating Interactive Information Retrieval Systems with Users. *Foundations and Trends[®] in Information Retrieval* 3(1-2): 1-224.
- Lassila, O., and McGuinness, D. 2001. The Role of Frame Based Representation on the Semantic Web. Technical Report KSL-01-02.
- Lauser, B., Sini, M., Anita Liang, Keizer, J., and Katz, S. 2006. From AGROVOC to the Agricultural Ontology Service / Concept Server. An OWL model for creating Ontologies in the agricultural domain. *Proceedings of the 2006 International Conference on Dublin Core and Metadata Applications: metadata for knowledge and learning (DCMI '06)*. Texas: Dublin Core Metadata Initiative 76-88
- Lauser, B., Wildemann, T., Poulus, A., Fisseha, F., Keizer, J. and Katz, S. 2002. A Comprehensive Framework for Building Multilingual Domain Ontologies: Creating a Prototype Biosecurity Ontology. *Proc. Int. Conf. On Dublin Core and Metadata for e-Communities 2002*. Texas: Dublin Core Metadata Initiative, 113-123.
- Mesarie, J., and Dukie, B. 2007. An Approach to Creating Domain Ontologies for Higher Education in Economics. *29th International Conference on Information Technology Interfaces*, Cavtat, 25-28 June.
- Mizoguchi, R., Vanwelkenhuysen, J., and Ikeda, M. 1995. Task Ontology for reuse of problem solving knowledge. Dlm: Mars N (ed.) *Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing (KBS'95)*, hlm. 46-57. Amsterdam: IOS Press.
- Mohamad Fauzan N. and Roslina O. 2006. An Information Retrieval System for Quranic Texts: A Proposed System Design. *Information and Communication Technologies*, hlm. 1704-1709.
- Mohammad Nabil A.N. 2004. Internet sebagai medium dakwah. <http://www.muftiselangor.gov.my/E-Book/KoleksiAt-Taqwa/At-Taqwa%20Bil%204%204.htm> [16 Ogos 2009]
- Mohamad Nasir U., Muhammad Mezbah-ul-Islam, Kazi M. and Gausul H. 2006. Information Description and Discovery Method Using Classification Structures in the Web. *Malaysian Journal of Library and Information Science* 11(2): 1-20.
- Muhammad Tayyab A. 2010. The Role of Information Technology in Islam. *Canadian Journal on Network & Information Security* 1(7): 70-72.
- Nawal M.S.M. Dinfir. 2009. Ontology Application for Hajj. Tesis Sarjana, Program Sarjana Teknologi Maklumat, Universiti Utara Malaysia.
- Nor Shahriza A.K. and Norazelatun R. H. 2005. Assessing Islamic Information Quality on the Internet: A Case of Information about Hadith. *Malaysian Journal of Library and Information Science* 10(2): 51-66.

- Noy, F.N. and McGuinness, D.L. 2001. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. Stanford Knowledge System Laboratory Technical Report KSL-01-05.
- Omoronyia, I., Sindre, G., Stålhane, T., Biffl, S., Moser, T. & Sunindyo, W. 2010. *A Domain Ontology Building Process for Guiding Requirements Elicitation*. Dlm. Wieringa, R. & Persson, A. (pnyt.). *Requirements Engineering: Foundation for Software Quality*, 6182. hlm. 188-202. Springer Berlin Heidelberg.
- Saidah S., Naomei S., Hakim Z. and Zurina M.. 2011. *A process for building domain ontology: An experience in developing Salat ontology*. *International Conference on Electrical Engineering and Informatics*, Bandung, 17-19 July.
- Sandholm, T. 2005. *The Philosophy of the Grid: Ontology Theory – From Aristotle to Self-Managed IT Resources*. Technical Report TRITA-NA-0532, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- Sheth, A., Ramakrishnan, C. and Thomas, C. 2005. *Semantics for the Semantic Web: The Implicit, the Formal and the Powerful*. *International Journal on Semantic Web & Information Systems* 1(1): 1-18.
- Swartout, B., Ramesh, P., Knight, K., Russ, T. 1997. *Toward Distributed Use of Large-Scale Ontologies*, *AAAI Symposium on Ontological Engineering*, California, 24-26 March.
- Simperl, E.S.B., Mochol, M. 2006. *Cost Estimation for Ontology Development*. *Proceedings of Business Information Systems*, Poznań: Springer Science & Business Media, 3-16.
- Wei, Yuan-yuan, Ru-jing Wang, Yi-min Hu, and Xue Wang. 2012. *From Web Resources to Agricultural Ontology: a Method for Semi-Automatic Construction*. *Journal of Integrative Agriculture* 11(5): 775–783.
- Wielinga, B.J., Schreiber, A. Th., Wilemaker, J. dan Sandberg, J. A. C. 2001. *From thesaurus to ontology*. *Proceedings of the 1st international conference on Knowledge capture (K-CAP '01)*. New York: ACM, 194-201.
- Xing, Xin, Li, Ru, Liu, KaiYing. 2009. *Building Ontology Base on Thesaurus*. *2nd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics*. Tianjin: IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 1-4.

Siti Farhana Momad Hashim
 Juhana Salim
 Shahrul Azman Mohd Noah
 Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat
 Universiti Kebangsaan Malaysia
 43600 Bangi, Selangor Malaysia
 fana7660@gmail.com, js@ftsm.ukm.my, shahrul@ukm.edu.my

Received: 19 May 2014
 Accepted: 22 September 2014
 Published: 15 December 2014