

# PEMBELAJARAN SAINS TAHUN 4, 5 DAN 6 BERASASKAN ONTOLOGI

MIRDA MARIQ BINTI AKBARUDIN  
SAIDAH BINTI SAAD

*Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia*

## ABSTRAK

Sains merupakan bidang kefahaman tentang hukum dan konsep tertentu yang mempunyai aturan dan hubung kait tertentu dalam menghasilkan sesuatu yang kompleks. Mata pelajaran sains membolehkan pelajar memperoleh pengetahuan asas sains dan teknologi dan dapat menghubungkan kait pengetahuan ini dengan fenomena alam semula jadi dan pengalaman seharian. Oleh itu, kurikulum sains sekolah rendah telah dilaksanakan kepada pelajar tahun 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 mengikut sukatan pelajaran yang telah ditetapkan oleh Kementerian Pelajaran Malaysia. Masalah utama bagi pembelajaran sains ialah tiada satu kaedah mudah yang boleh digunakan bagi menguruskan maklumat berkaitan mata pelajaran sains dengan lebih tersusun dan terperinci. Justeru itu, bagi memudahkan para pelajar, guru dan ibubapa untuk mendapatkan maklumat mengenai mata pelajaran sains ini, sebuah ontologi dibangunkan yang berfungsi sebagai satu sistem capaian maklumat yang sistematik dan khusus untuk membantu para pengguna membuat carian. Ontologi ini dibangunkan dengan menggunakan pendekatan *middle out*. Maklumat yang berkaitan dengan silibus mata pelajaran sains dikumpul dari pelbagai sumber seperti buku rujukan, buku teks dan laman sesawang. Maklumat-maklumat tersebut kemudiannya dikelaskan berdasarkan kategori tertentu dengan menggunakan kaedah ontologi.

## 1 PENGENALAN

Sains merupakan pengetahuan tentang dunia alam yang dihasilkan oleh para ilmuan yang menekankan konsep pengamatan dan penjelasan dari fenomena dunia nyata. Sains berkait dengan pembinaan pengetahuan yang muncul dari usaha manusia untuk hidup dengan mencari pengetahuan baru sejajar dengan kepentingan hidupnya. Pemikiran sains atau usaha membina pengetahuan sains terbina dari kaedah belajar dengan alam dan menerusi pengajaran langsung. Oleh itu, Kementerian Pelajaran Malaysia telah melihat sains sebagai salah satu pengetahuan penting yang perlu ada bagi seseorang pelajar. Justeru mata pelajaran sains telah dijadikan sebagai salah satu mata pelajaran wajib bagi pelajar-pelajar di sekolah. Mata pelajaran sains merupakan salah satu inisiatif bagi membolehkan pelajar memperoleh pengetahuan asas sains dan teknologi dan dapat menghubungkan kait pengetahuan ini dengan fenomena alam semula jadi dan pengalaman seharian.

Frasa kata 'sains' berasal daripada bahasa Latin iaitu '*scientia*' yang bermaksud mendapatkan ilmu atau maklumat. Sains merupakan pengetahuan tentang dunia alam yang

dihasilkan oleh para ilmuwan yang menekankan konsep pengamatan dan penjelasan dari fenomena dunia nyata. Sejarah sains berkait rapat dengan ilmu alam dan ilmu ilmiah. Dari abad ke 18 sehingga akhir abad ke 20, sejarah perkembangan sains menjadi satu tarikan untuk dikaji. Melalui sains juga sejarah asal usul sesuatu perkara dapat difahami dan ditafsir. Takrif sains boleh dibahagikan kepada beberapa kategori. Pertama sains merupakan ilmu pengetahuan yang bersistem yang berdasarkan kepada cerapan kajian, pengekspérimentan atau uji kaji dan sebagainya. Kedua, sains merupakan longgokan teknik, kemahiran, kebolehan berasas kepada latihan, disiplin dan pengalaman. Ketiga sains merupakan analisis fenomena secara bersistem dan objektif dengan kaedah yang khusus yang dipraktikkan untuk mewujudkan tumpuan pengetahuan yang boleh dipercayai.

Ontologi memainkan peranan yang penting dalam membangunkan sesuatu laman web semantik yang melibatkan proses perwakilan kandungan dokumen web. Proses pengekstrakan maklumat tidak dapat dijalankan kerana format maklumat dalam dokumen web adalah tidak berstruktur atau separa berstruktur. Namun konsep boleh dihubungkan tanpa kedudukan yang tepat bagi menyampaikan maklumat tersebut dengan menggunakan ontologi. Ontologi diguna dalam menyokong komunikasi dan perkongsian maklumat dalam konteks web semantik. Teknologi semantik membaca dan memahami bahasa dan kata-kata dalam konteksnya dengan lebih mudah dan membantu organisasi mengurus data dengan lebih cekap.

Kajian ini tertumpu kepada pembelajaran sains berasaskan ontologi. Kaedah ontologi dapat memudahkan para pelajar, guru dan ibubapa dalam memahami setiap konsep yang wujud di dalam mata pelajaran sains dengan lebih mudah dan terperinci. Dalam erti kata lain, segala maklumat berkaitan mata pelajaran sains dapat dicapai dengan menggunakan ontologi.

## **2 PENYATAAN MASALAH**

Masalah utama yang diperolehi dari kajian ini ialah kaedah yang boleh digunakan bagi menguruskan maklumat-maklumat berkaitan dengan mata pelajaran sains bagi pelajar tahap dua secara tersusun dan terperinci. Melalui laman sesawang, sukar untuk pengguna mengenal pasti objek-objek yang dikelaskan mengikut kategori masing-masing dan kaitan antara objek dan maklumat lanjut berkaitan setiap objek dengan lebih terperinci. Ini kerana pengguna terpaksa melayari banyak laman sesawang bagi memperolehi maklumat tersebut. Selain itu,

orang ramai yang ingin mengetahui tentang maklumat tersebut juga mengalami kesukaran untuk membuat carian yang lebih spesifik kerana tiada satu sistem capaian maklumat yang khusus bagi menerangkan dengan lebih terperinci berkaitan maklumat tersebut. Ini kerana capaian maklumat sekarang lebih menfokuskan kepada pencarian berasaskan kata kunci dan pengguna sendiri perlu memutuskan sama ada maklumat yang dipaparkan memenuhi keperluan pengguna ataupun tidak.

Menyedari masalah di atas, satu prototaip pembelajaran sains menggunakan ontologi bagi pelajar tahun 4,5 dan 6 telah dibangunkan. Dengan adanya ontologi ini, ianya akan memudahkan proses penyusunan maklumat berkaitan mata pelajaran sains bagi pelajar tahun 4,5 dan 6 mengikut kategori masing-masing. Ontologi ini juga bersifat dinamik kerana ia membolehkan penambahan kategori dan objek baru ke dalam senarai. Maklumat ini dapat dikongsi dengan pengunjung laman sesawang melalui pembangunan satu sistem capaian maklumat sahaja yang mengawal ontologi tersebut.

### **3 OBJEKTIF KAJIAN**

Matlamat utama penyelidikan ini adalah untuk membangunkan satu sistem pembelajaran menggunakan ontologi bagi mata pelajaran sains pelajar tahun 4,5 dan 6. Bagi mencapai matlamat tersebut, beberapa objektif telah dijadikan garis panduan seperti:

- a) Membangunkan sistem pembelajaran mata pelajaran sains menggunakan ontologi bagi pelajar tahun 4,5 dan 6 berdasarkan kelas-kelas senarai objek dan hubungan di antaranya melalui kaedah pendekatan *Combination* ataupun *Middle out*.
- b) Menganalisa peraturan dan axiom untuk menjana konsep semantik.
- c) Menguji keberkesanan atau kebolegunaan maklumat yang dijana.

### **4 ONTOLOGI**

Ontologi merupakan satu set primitif perwakilan data yang boleh digunakan bagi sesuatu domain di mana konsep dan hubungannya di isytiharkan sebagai istilah perwakilan yang membenarkan perkongsian maklumat. Ontologi juga membolehkan penggunaan semula

maklumat berdasarkan pengetahuan sesuatu domain. Ontologi menentukan konsep, hubungan dan perbezaan lain yang relevan bagi sesuatu domain. Ontologi diguna dalam menyokong komunikasi dan perkongsian maklumat dalam konteks web semantik. Dalam istilah umum, pembangunan ontologi boleh dibahagikan kepada dua fasa utama iaitu spesifikasi dan konsep.

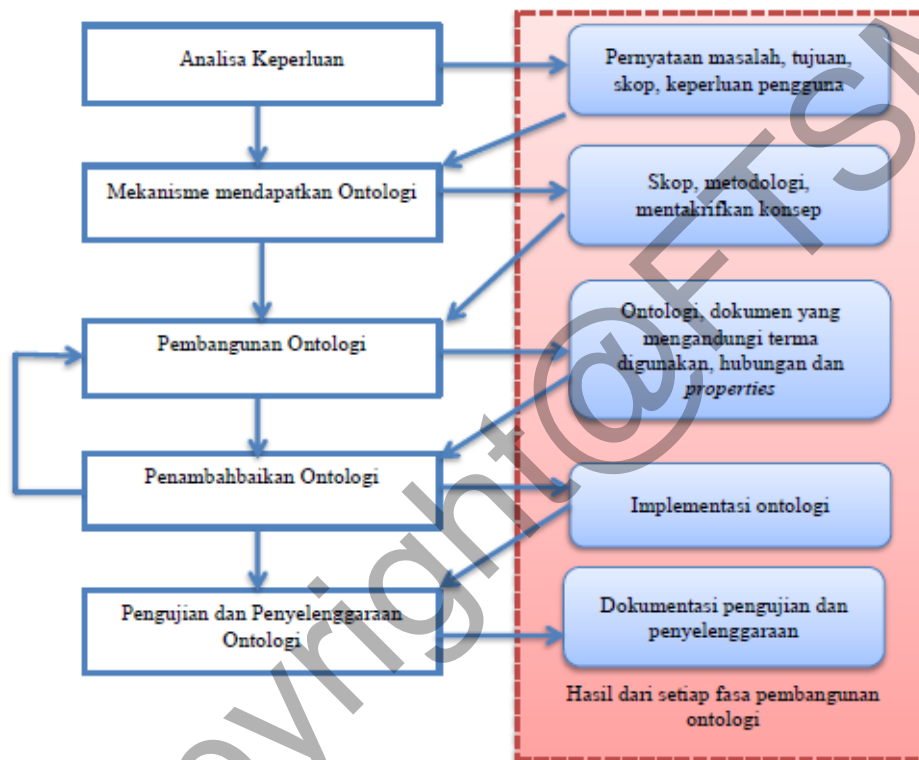
Ontologi dapat dibahagikan kepada tiga kategori utama iaitu *Natural Language Ontology* (NLO), *Domain Ontology* (DO) dan *Ontology Instance* (OI). NLO ialah hubungan antara token yang dijana bagi kenyataan berdasarkan bahasa asli, DO adalah pengetahuan tentang sesuatu domain dan OI ialah web yang dijana secara automatik yang bertindak sebagai objek (B. Omelayenko, 2001). 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). Ontologi di guna pakai ke dalam sistem capaian maklumat yang menjadi perantaraan komunikasi antara manusia dan mesin. Perwakilan metadata sebagai ontologi web boleh memberikan manfaat untuk kerangka logik dalam perkhidmatan carian berdasarkan penaakulan automatik sekaligus memperkayakan keterangan sesuatu maklumat dengan mendefinisikan hubungan antara sumber yang disimpan dalam repositori atau pangkalan data (Koutsomitropoulos, 2009)

## 5 METOD KAJIAN

Pembangunan ontologi selalunya dilaksanakan oleh pakar domain dan jurutera ontologi secara berkumpulan. Sebab-sebab pembangunan ontologi dan huraian fasa-fasa ontologi adalah sebahagian dalam pembangunan ontologi (Noy & McGuinness, 2001). Pembinaan ontologi bertujuan untuk membolehkan sesuatu maklumat dapat dikongsi dalam kalangan masyarakat atau ejen perisian bagi membolehkan pengetahuan domain dapat diguna semula.

Pelbagai alternatif dan kaedah yang sesuai boleh digunakan berdasarkan jenis ontologi domain yang hendak dibangunkan kerana para pengkaji telah menyatakan bahawa tiada satu cara atau kaedah yang tetap dan betul untuk membangunkan ontologi (Noy & McGuinness 2001). Salah satu kaedah yang semakin popular untuk menguruskan maklumat yang dicari ialah melalui pembinaan dan pelaksanaan formal ontologi (Bowman, 2001).

Berdasarkan domain ontologi yang ingin dibangun, penggunaan metodologi untuk aplikasi dalam skala yang kecil dicadangkan. Metodologi ini berdasarkan kajian oleh Ohgren(2009) terhadap metodologi pembangunan ontologi Enterprise, TOVE, Methodology dan Ontology Development 101. Terdapat lima fasa yang terlibat dalam metodologi yang dicadangkan iaitu analisa keperluan, mekanisme mendapatkan ontologi, pembangunan ontologi, penambahbaikan ontologi serta pengujian dan penyelenggaraan ontologi. Kaedah ini dipilih berdasarkan kesesuaian domain dan kajian dari metodologi yang digunakan dalam penyelidikan lepas. Rajah 5.1 menunjukkan fasa dan hasil daripada metodologi yang dipilih.



Rajah 5.1 : Cadangan metodologi pembangunan ontologi matapelajaran sains bagi pelajar tahun 4,5 dan 6

## 5.1 ANALISA KEPERLUAN ONTOLOGI

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). Ontologi membolehkan pengetahuan seseorang menjadi lebih luas dan terbuka dengan adanya gambaran terperinci mengenai sesuatu struktur dan semantik dari dokumen.

Dalam fasa ini menerangkan keperluan analisa yang dibuat bagi membangunkan ontologi berdasarkan persoalan penting yang perlu dijawab:

- Domain yang digunakan dalam membangunkan ontologi
- Hasrat pengguna dan kegunaan ontologi
- Mengapa ontologi tersebut dibina
- Tujuan dan skop ontologi
- Masalah yang wujud dalam domain yang dipilih

Dibawah ini akan disenaraikan beberapa soalan tidak rasmi dimana ontologi seharusnya berupaya menjawab dan berupaya menyemak samada pembangunan ontologi tersebut sesuai dengan tujuan penubuhannya. Soalan-soalan ini diperolehi daripada hasil perbincangan dengan pakar domain mengenai pengetahuan asas dalam pemahaman subjek iaitu matapelajaran sains pelajar tahun 4,5 dan 6. Soalan ini juga adalah dari pemerhatian berdasarkan senarai soalan dan jawapan yang berkaitan sains daripada sumber internet. Senarai dibawah adalah contoh kemungkinan soalan bagi domain matapelajaran sains pelajar tahun 4,5 dan 6:

- i. Apakah proses yang terlibat di dalam kemahiran proses sains?
- ii. Apakah organ sama yang digunakan bagi proses pernafasan manusia, perkumuhan manusia dan pernafasan haiwan ?
- iii. Apakah deria yang dihasilkan oleh organ hidung beserta contoh?
- iv. Berikan contoh alat piawai yang digunakan bagi menyukat isipadu cecair?
- v. Bagaimanakah pengurusan bahan buangan boleh dilakukan?
- vi. Apakah faktor pengaratan?
- vii. Apakah kaedah atau cara pengawetan makanan?
- viii. Berikan contoh nama bagi bentuk buruj yang anda tahu?
- ix. Apakah unit pengukuran bagi isipadu?
- x. Apakah contoh haiwan yang melakukan kemandirian spesies dengan bertelur banyak?

Hasil dari fasa analisis keperluan ini dinyatakan dalam Bab I iaitu pernyataan masalah, objektif kajian, keperluan pengguna dan skop ontologi. Pembangunan ontologi berdasarkan mata pelajaran sains bagi pelajar tahap dua ini diperlukan oleh semua pihak yang terlibat agar dapat menjadi garis panduan untuk mendapatkan model semantik maklumat berkaitan mata pelajaran

sains. Ontologi juga membantu proses capaian dan pengekstrakan maklumat berkaitan mata pelajaran sains. Oleh itu, capaian maklumat secara semantik menggunakan kaedah ontologi lebih bersesuaian kepada semua pengguna bagi mendapatkan maklumat yang lebih tepat dan lengkap. Setelah proses ini selesai, mekanisme mendapatkan ontologi dilakukan.

## 5.2 MEKANISME MENDAPATKAN ONTOLOGI

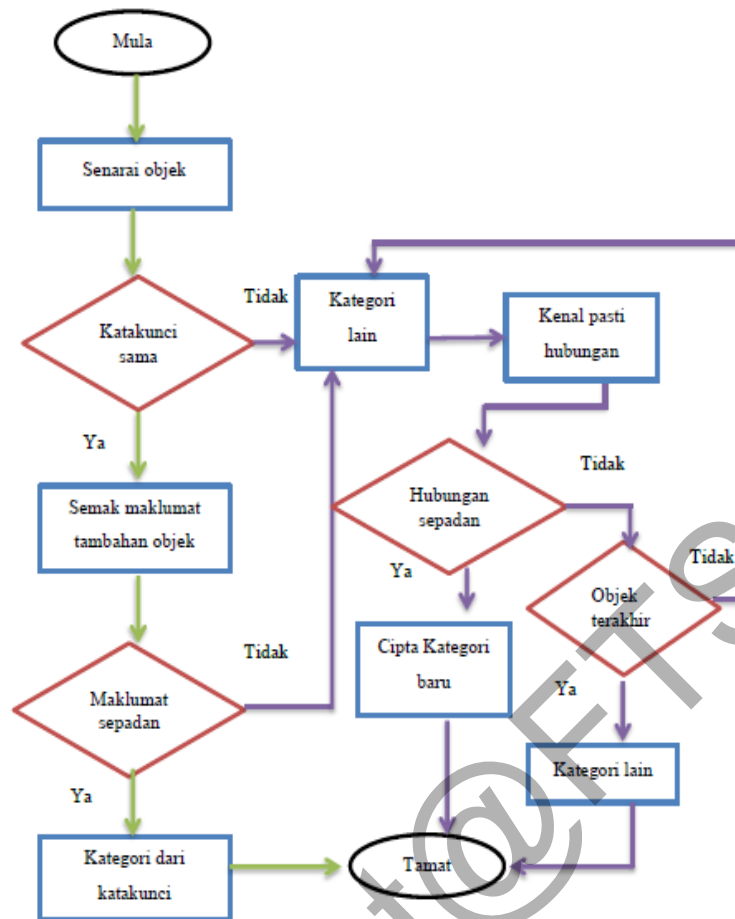
Terdapat 3 peringkat dalam bahagian ini iaitu menentukan skop ontologi, memilih kaedah untuk mendapatkan maklumat ontologi dan mentakrif konsep termasuk hubungan antara konsep di dalam ontologi.

Skop ontologi telah dinyatakan di dalam Bab I pada bahagian skop dan batasan kajian iaitu pembelajaran matapelajaran sains pelajar tahun 4,5 dan 6 menggunakan ontologi.

Maklumat berkaitan dengan ontologi iaitu senarai objek matapelajaran sains diperoleh daripada laman sesawang Kementerian Pelajaran Malaysia dan sukatan pelajaran di dalam buku teks yang telah Kementerian Pelajaran Malaysia tetapkan. Selain itu, rujukan daripada laman sesawang berkaitan skop matapelajaran yang dibuat di dalam peta minda juga di ambil bagi memberi gambaran yang lebih jelas dalam pembangunan ontologi ini. Objek-objek ini diletakkan sebagai individual atau objek yang akan dijadikan asas untuk menentukan pengkelasan dalam membangunkan ontologi ini.

Seterusnya, mentakrif konsep termasuk hubungan antara konsep di dalam ontologi di mana pengkelasan dan hubungan terhadap senarai objek dibuat. Kaedah yang digunakan untuk menentukan hierarki kelas ialah menggunakan pendekatan *middle-out*. Definisi daripada konsep yang lebih penting dan melakukan generalisasi atau spesifikasi secara tepat. Konsep asas dikenal pasti terlebih dahulu dan digunakan untuk memacu proses pembangunan ontologi (Domingue & Anutariya, 2008).

Kaedah dimulakan dengan melihat ciri-ciri penting bagi objek dan dibandingkan untuk membentuk kelas(kategori) dan hubungan antara kelas. Rajah 5.2 menunjukkan carta alir proses pengkelasan berdasarkan senarai objek.



Rajah 5.2: carta alir proses pengelasan berdasarkan senarai objek

### 5.3 PEMBANGUNAN ONTOLOGI

Mekanisme yang terlibat dalam pembangunan ontologi dapat dipecahkan kepada beberapa kategori iaitu fasa pembangunan, komponen yang menjadi struktur pembangunan ontologi dan perisian yang digunakan dalam pembangunan ontologi.

Fasa pembangunan adalah berulang yang bermaksud aktiviti yang dilakukan akan diperiksa dan berulang sehingga perubahan yang dilaksanakan menepati kriteria dalam fasa ini dengan menggunakan beberapa kaedah pendekatan secara hieraki iaitu gabungan di antara pendekatan *top-down* dan *bottom-up*. Pendekatan ini menerangkan konsep yang penting dahulu dan kemudian konsep tersebut dikelaskan secara umum atau spesifik. Bermula dengan beberapa konsep *top-level* seperti manusia, haiwan dan tumbuhan. Kemudian ianya dikelaskan dengan lebih terperinci iaitu cara pernafasan dan pembiakan yang melibatkan konsep *middle-level*. Seterusnya akan diperincikan lagi kepada organ pernafasan, peparu, mulut dan lain-lain



yang terdapat di dalam *bottom-level*. Konsep gabungan ini bermula dengan kelas di bahagian *top-level* dan *bottom-level* yang kemudiannya akan menghasilkan kelas di bahagian *middle-level*. Pendekatan menggunakan kaedah gabungan ini lebih banyak digunakan dan mudah bagi pengkaji yang akan membangunkan ontologi kerana konsep '*in the middle*' lebih cenderung kepada konsep yang diskriptif bagi domain (Rosch, 1978).

Komponen-komponen yang menjadi tulang belakang pembangunan ontologi antaranya ialah:

- HTML(*Hypertext Markup Language*)

HTML ialah satu sistem yang standard untuk meletakkan tanda nama fail teks untuk mendapatkan atau memperolehi gaya bagi sesuatu penulisan, warna, grafik dan kesan *hyperlink* di dalam laman web.

- XML(*Extensible Markup Language*)

Berkembang pada tahun 1996 dan pada 10 Februari 1998 mendapat pengakuan dari W3C. XML merupakan sebuah bahasa markup yang digunakan untuk mengolah metadata iaitu maklumat berkaitan data bagi menggambarkan struktur, maksud dan tujuan data yang terdapat di dalam sesuatu dokumen XML. Namun ianya tidak menggambarkan format tampilan bagi data yang dipamerkan.

- Skema XML(*Extensible Markup Language*)

Pembatasan struktur bagi bahasa yang digunakan dari dokumen XML.

- RDF(*Resource Description Framework*)

RDF adalah bahasa yang telah dibangunkan untuk menyediakan mekanisme eksibel untuk menerangkan sumber web dan hubungan antara mereka. Satu ciri utama RDF ialah penggunaan *Internationalized Resource Identifiers(IRIs)* yang merupakan generalisasi kepada *Uniform Resource Locator(URL)* untuk merujuk kepada sumber-sumber tersebut. RDF di sarankan kepada pengguna oleh W3C pada 1999. RDF di bangunkan sebagai *metadata data model* yang kemudiannya digunakan sebagai kaedah umum untuk penerangan konseptual atau permodelan bagi sesuatu maklumat yang dibangunkan menggunakan sumber berasaskan web. RDF menggunakan pelbagai

notasi sintaks dan format *serialization* bagi sesuatu data. Ianya juga digunakan dalam aplikasi pengurusan pengetahuan atau maklumat.

- Skema RDF(*Resource Description Framework*)

Skema RDF menyediakan perbendaharaan kata bagi data-pemodelan data RDF. Ianya dilengkapi dengan beberapa dokumen yang menerangkan konsep asas dan sintaks abstrak RDF, semantik formal RDF, dan pelbagai sintaks konkrit untuk RDF. Ianya juga menyediakan pengenalan formal dan contoh penggunaan konsep. Skema RDF menjelaskan lagi *properties* dan kelas dari sumber RDF dan ianya merupakan lanjutan daripada perbendaharaan kata asas RDF.

- OWL(*Web Ontology Language*)

Secara semantik, OWL adalah berdasarkan kepada penerangan logik(Baader, 2002). OWL juga adalah bahasa *markup* semantik untuk penerbitan dan perkongsian di dalam *World Wide Web*. OWL dibangunkan sebagai sambungan perbendaharaan kata bagi RDF dan diperolehi daripada DAML + OIL Web Ontologi Bahasa. Dalam erti kata lain OWL merupakan bahasa untuk mendefinisikan ontologi sesebuah web. OWL disarankan sebagai salah satu *standard* untuk ontologi oleh W3C, jadi menukarkan ontologi berasaskan kerangka untuk OWL menjadi satu keperluan penting kepada pengkaji atau pembina ontologi. Sebuah ontologi OWL mempunyai definisi kelas, *properties* dan *instance* terhadap sesuatu kelas. OWL dibangunkan di atas skema RDF yang mana keduanya mempunyai fungsi yang sama iaitu mendefinisikan kelas, *properties* dan *instance*. OWL mempunyai kelebihan lain daripada RDF di mana ianya dapat mendefinisikan hubungan kompleks seperti *subclass*, *restriction*, *disjoint*, *constraint* dan juga *cardinality*. Penggunaan OWL juga membolehkan penambahan perbendaharaan kata yang telah di buat sebelumnya menggunakan XML, RDF dan skema RDF. OWL dapat menambah baik isi kandungan di dalam web sehingga menjadi lebih fleksibel dan bertepatan dengan kehendak pengguna.

Dalam pembangunan ontologi ini, perisian Protege 5.0 digunakan untuk pengembangan sistem. Protege membekalkan persekitaran mengedit atau menyunting pengetahuan asas yang

berintegrasi serta seni bina yang dikhaskan sebagai alat penciptaan berasaskan pengetahuan asas. Ia adalah program komputer yang perlu dipasang dan juga merupakan platform yang boleh dilanjutkan(API). Protege dikembangkan oleh sebuah organisasi yang bernaung di bawah Standford yang mahir di dalam bidang ontologi. Protege merupakan *plug-in architecture* yang boleh disesuaikan untuk membina aplikasi berasaskan ontologi sama ada mudah atau kompleks dalam membuat sesebuah prototaip. Protege digunakan untuk membuat sebuah domain ontologi dengan menyesuaikan *form* untuk memasukkan sesuatu data. Format penyimpanan yang digunakan ialah OWL, RDF, XML dan HTML. Protege digunakan untuk beberapa tujuan antaranya untuk membina domain ontologi, menyesuaikan pemerolehan pengetahuan antara muka pengguna dan memasukkan pengetahuan terhadap sesuatu domain.

#### 5.4 PENAMBAHBAIKAN ONTOLOGI

Dalam fasa ini, penambahbaikan ontologi mempunyai dua peringkat iaitu semasa membangunkan ontologi dan selepas ontologi dibangunkan

- Semasa pembangunan ontologi  
Proses ini melibatkan pengkelasan kelas dan subkelas bagi objek berkaitan mata pelajaran sains pelajar tahun 4,5 dan 6. Di dalam proses ini dapat dilihat segala kesalahan dalam pengkelasan berdasarkan sumber-sumber yang diperolehi daripada pakar domain. Proses ini membetulkan kesalahan atau masalah yang terdapat semasa pembangunan ontologi. Kesalahan mungkin berlaku semasa membuat pengkelasan atau menentukan individual. Selain itu, penambahan individual boleh dilakukan semasa proses ini.
- Selepas pembangunan ontologi  
Penambahbaikan akan dilakukan dari masa ke semasa berdasarkan sebarang perubahan yang berlaku. Ini termasuk juga jika terdapat sebarang penambahan terhadap senarai objek bagi mata pelajaran sains pelajar tahun 4,5 dan 6 yang tidak berlaku semasa ontologi dibangunkan. Antara ralat atau penambahan yang sering berlaku adalah berkaitan data dan objek *properties* bagi individual. Hal ini bagi meraih kepercayaan pengguna dalam ontologi ini dengan bantuan pakar domain dan juga sumber rujukan yang boleh dipercayai.

## 5.7 PENGUJIAN DAN PENYELENGGARAAN ONTOLOGI

Dalam fasa ini, pengujian dan penyelenggaraan dilakukan bagi menguji keberkesanan dan kebolegunaan ontologi yang telah dibangunkan. Ia adalah bagi melihat sama ada ontologi yang dibangunkan mencapai objektif dan skop kajian yang telah ditetapkan. Pengujian boleh dilakukan dengan menggunakan perisian Protégé, sebagai contoh dengan memasukkan kueri SPARQL dan kueri DL dengan betul. Di samping itu, penyelenggaraan ontologi perlu dilakukan sepanjang masa bagi memastikan tiada masalah yang berlaku.

## 6 HASIL KAJIAN

Bahagian ini membincang hasil daripada proses pembangunan pembelajaran sains tahun 4, 5 dan 6 berasaskan ontologi. Penerangan yang mendalam tentang pembangunan ontologi diperihalkan. Fasa pembangunan ontologi adalah fasa yang penting dalam pembangunan projek. Dalam projek ini, perisian yang digunakan bagi membangunkan pembelajaran sains berasaskan ontologi ini adalah Protégé 5.1.0.

### 6.1 HASIL IMPLEMENTASI

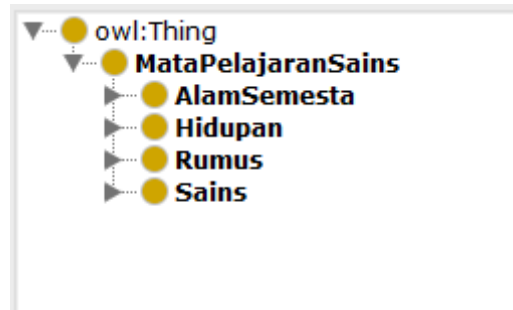
Pembangunan ontologi sains dibangunkan dengan menggunakan perisian Protégé 5.1.0. Perisian Protégé merupakan *open-source* editor ontologi secara percuma dan satu sistem pengurusan pengetahuan. Protege menyediakan antaramuka pengguna grafik untuk menentukan ontologi. Ia juga termasuk *deductive classifiers* untuk mengesahkan bahawa model adalah konsisten dan untuk membuat kesimpulan maklumat baru berdasarkan analisis suatu ontologi.

#### 6.1.2 PROSES PEMBANGUNAN

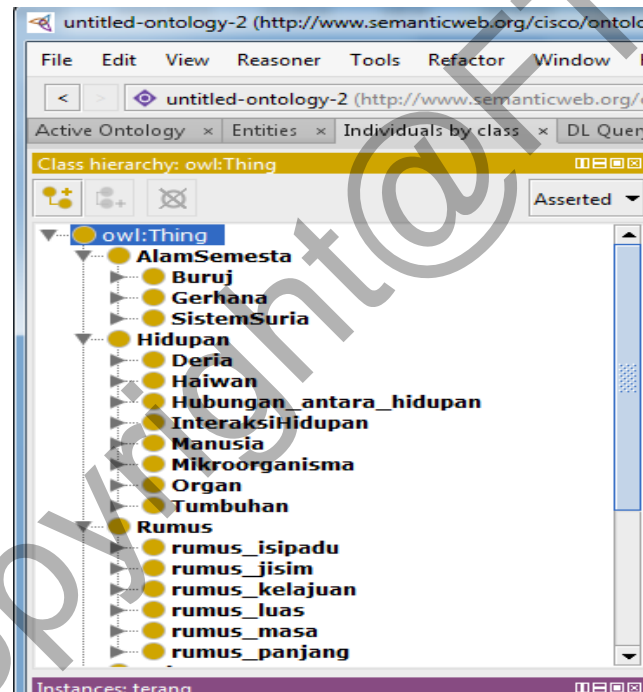
##### a) Mentakrifkan kelas dan hierarki kelas

Di dalam fasa proses pembangunan ontologi ini, kelas dan hierarki kelas akan dibina menggunakan perisian Protégé berdasarkan terma-terma yang telah dikenalpasti semasa fasa Mekanisme mendapatkan ontologi. Kelas dan hierarki kelas telah dibuat berdasarkan rujukan

kepada sumber-sumber. Semua kelas atau subkelas akan berada di bawah kelas *Thing* di dalam Protégé. Rajah 6.1 hingga 6.7 di bawah menunjukkan keseluruhan hierarki kelas bagi setiap kategori yang dikenalpasti semasa proses mentakrifkan konsep dimasukkan dalam Protégé.



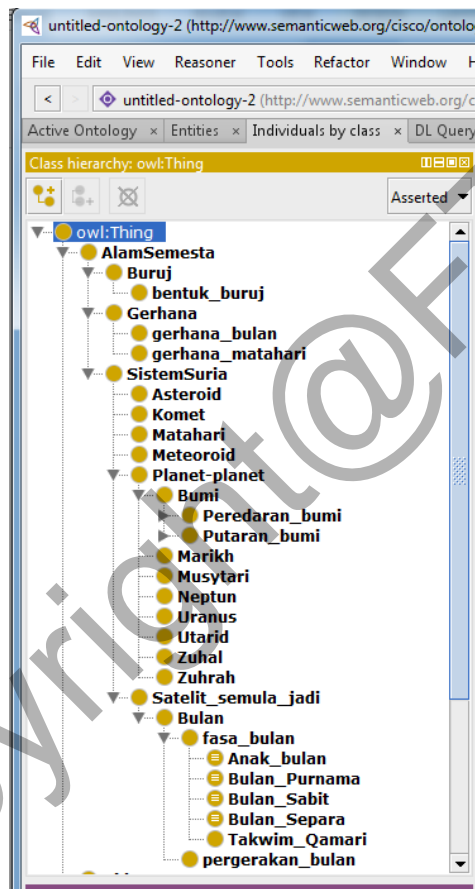
Rajah 6.1 : Hierarki kelas dalam Protégé



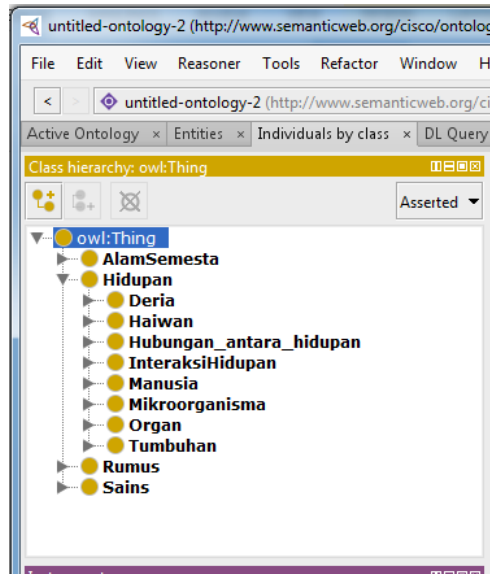
Rajah 6.2 : Hierarki kelas Alam Semesta, Hidupan dan Rumus dalam Protégé



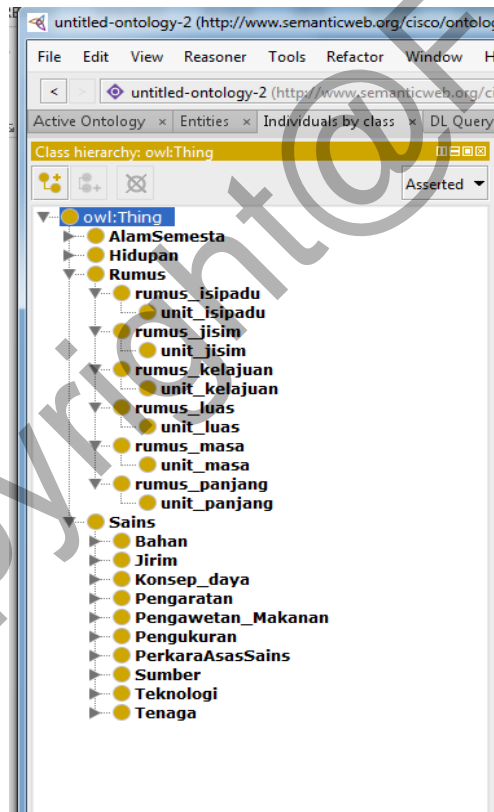
Rajah 6.3 : Hierarki kelas Sains dalam Protégé



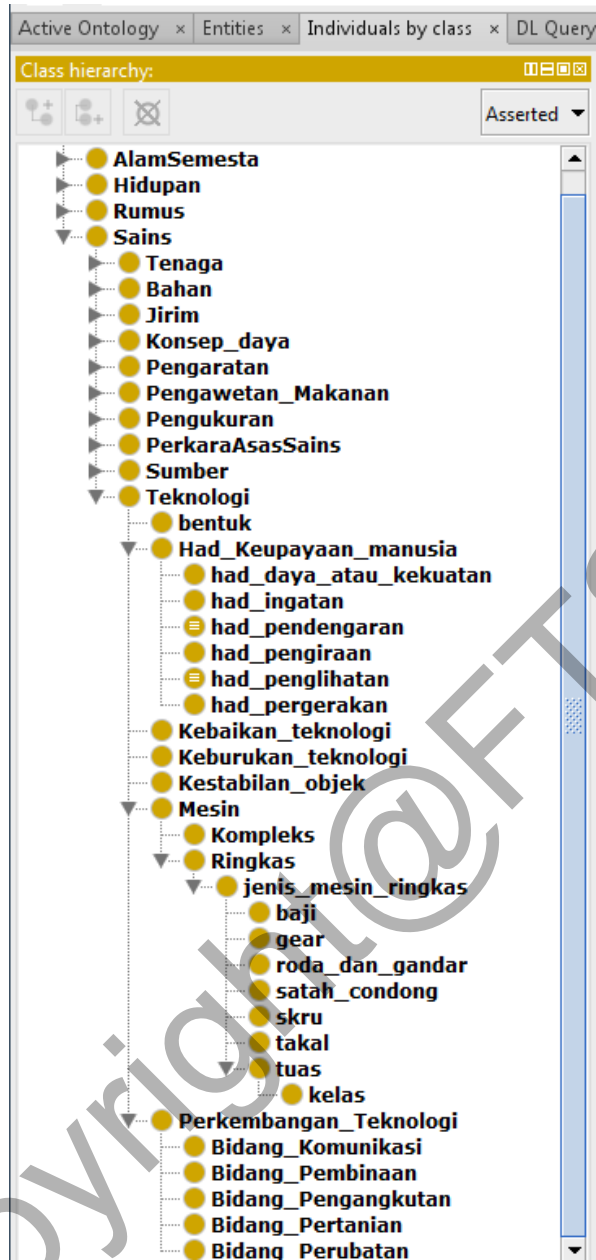
Rajah 6.4 : Hierarki kelas dan subkelas bagi Alam Semesta dalam Protege



Rajah 6.5 : Hierarki kelas dan subkelas Hidupan dalam Protégé



Rajah 6.6 : Hierarki kelas dan sub kelas bagi Rumus dalam Protege



Rajah 6.7: Hierarki kelas dan subkelas Sains dalam Protege

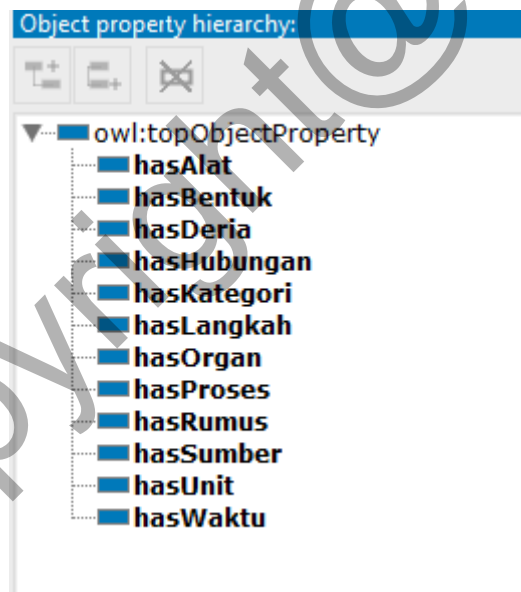


**b) Mewujudkan *properties***

Kelas-kelas semata-mata tidak dapat menyediakan maklumat yang cukup untuk menjawab soalan-soalan kompetensi. Apabila kita telah mentakrifkan sebahagian daripada kelas, kita perlu menggambarkan konsep struktur dalaman. Setelah memilih kelas daripada senarai terma yang telah disenaraikan dan sebahagian baki terma tersebut kemungkinan akan menjadi *properties*. Setiap *properties* yang disenaraikan perlu ditentukan mengikut kelas yang diterangkan.

*Properties* dibahagikan kepada dua jenis iaitu:

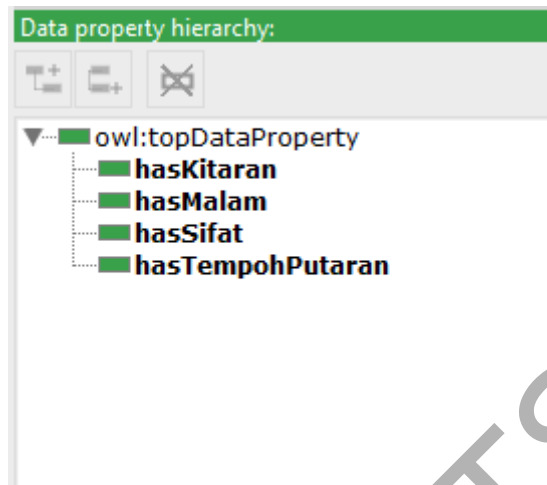
- *Object properties* menghubungkan antara dua objek atau *instance* (tika). Rajah 6.8 menunjukkan sebanyak 12 *Object properties* telah dikenalpasti berserta *domain* dan *range* dan dimasukkan ke dalam perisian Protégé.



RAJAH 6.8 *Object properties*.

- *Data properties* menghubungkan antara satu *instance* dengan nilai literal jenis data skema XML (*XML Schema Datatype value*) atau literal RDF iaitu atribut yang dimiliki

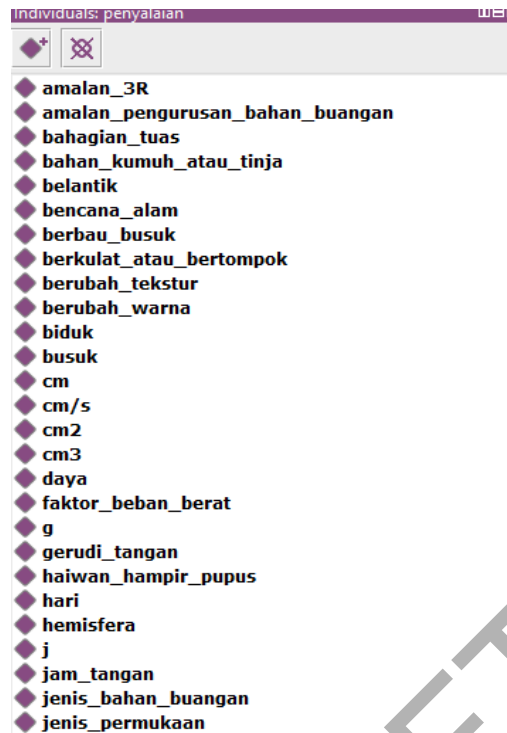
oleh objek atau *instance* tersebut. Rajah 6.9 di bawah menunjukkan *data properties* bagi menghubungkan *instance* dan nilai literal



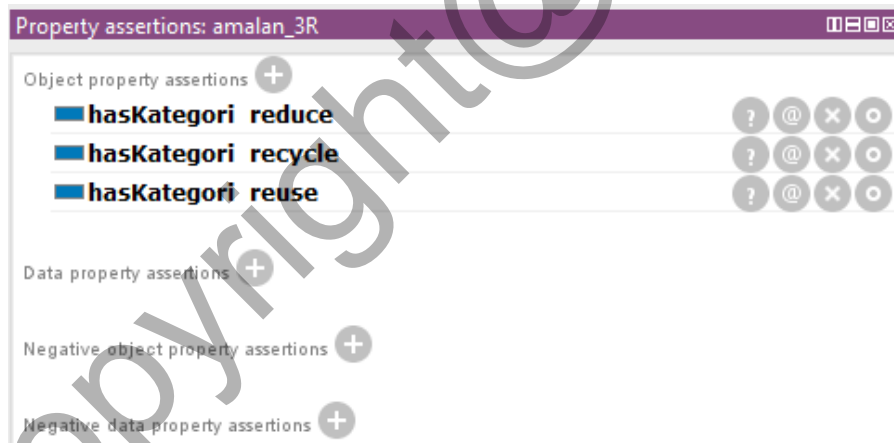
RAJAH 6.9: *Data properties*

### c) **Individual atau Instances (Tika)**

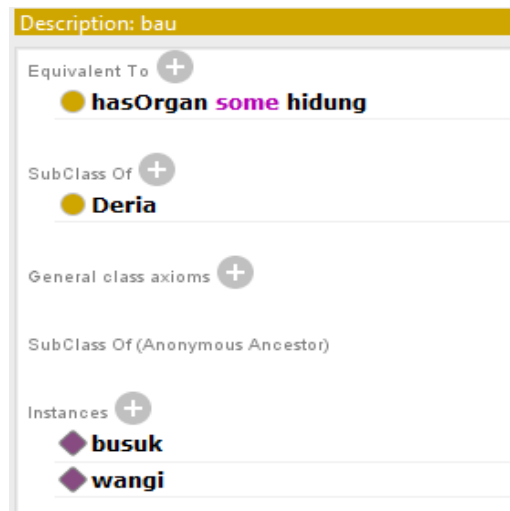
Merupakan komponen terakhir dalam pembangunan ontologi. Individual mewakili objek atau *instance* bagi setiap kelas di mana setiap individual mempunyai *object properties* dan *data properties*. Walau bagaimanapun, tidak kesemua individual dihubungkan dengan *data properties*. Sebanyak 195 individual dikenalpasti melalui sumber rujukan seperti buku rujukan dan buku teks matapelajaran sains. Kesemua individual ini akan dimasukkan ke dalam perisian Protégé. Senarai ini boleh diubah, dibuang serta ditambah baik mengikut kesesuaian masa dengan menggunakan ontologi. Rajah 6.10 hingga 6.12 menunjukkan sebahagian senarai objek sains dan kaitan antara individual yang dimasukkan ke dalam Protégé sebagai individual.



RAJAH 6.10 Sebahagian Individual dari senarai objek sains

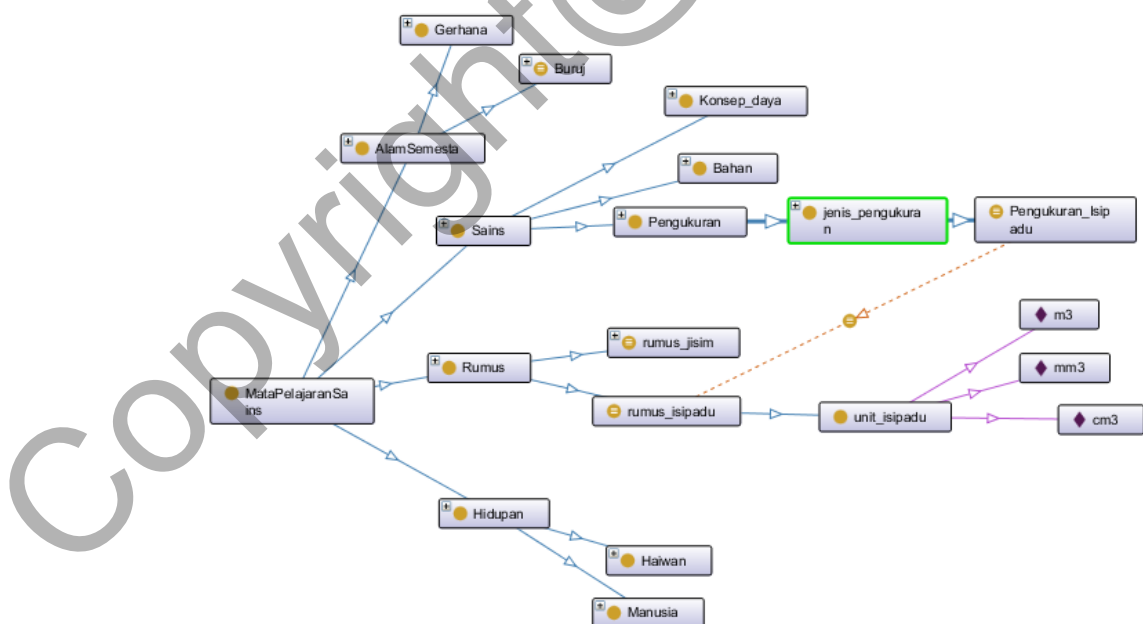


Rajah 6.11 : *Property assertion* bagi individual amalan\_3R



Rajah 6.12 : Contoh *individual* dimasukkan sebagai *instances*

Dengan menggunakan Protege 5.1, gambaran kelas-kelas, individual dan hubungan antara kelas dengan kelas dan hubungan antara individual dengan kelas dapat dilihat melalui OntoGraf. Paparan pada rajah 6.13 menunjukkan beberapa contoh kategori yang dikaitkan dengan kelas Mata Pelajaran Sains.



Rajah 6.13 : Kelas dan hubungan ditunjukkan dalam OntoGraf, Protege

## 6.2.2 ANTARAMUKA SISTEM CAPAIAN MAKLUMAT

Antaramuka sistem ontologi dibangunkan bagi menguji kebolehgunaan dan mencapai objektif dan skop kajian. Antaramuka sistem ini dibangunkan dengan menggunakan kod HTML. Ontologi sains dibangunkan dalam bentuk fail RDF/XML di mana ia dihasilkan dengan menggunakan perisian Protégé 5.1.0. TopBraid Composer digunakan bagi merekabentuk laman HTML yang statik untuk menerbitkan kandungannya di dalam bentuk web serta menawarkan eksport daripada fail RDF/XML kepada HTML dilakukan. Perisian Sublime Text 3 pula digunakan sebagai editor dalam membangunkan antaramuka sistem ini.

### 6.2.2.1 ANTARAMUKA SISTEM

Antaramuka sistem ditunjukkan seperti Rajah 6.14. Pengekstrakan kelas-kelas daripada Protégé 5.1.0 ke dalam bentuk laman web ini lebih mudah dilihat atau ditunjukkan kepada pengguna berbanding daripada bentuk ontologi di dalam Protégé 5.1.0.

The screenshot shows the web interface for the ontology. On the left, there is a 'Navigation' menu with links to 'Ontologies', 'Class Hierarchy', 'Classes', 'Datatype Properties', 'Object Properties', 'Individuals', 'All Resources', and 'Glossary'. Below it is a 'Class Hierarchy' tree showing a list of classes, with 'untitled-ontology-2:MataPelajaranSains' selected. The main content area displays the details for 'Class untitled-ontology-2:MataPelajaranSains'. It includes a URL, a legend for the class hierarchy diagram, and a 'References' section listing other classes it is a subclass of.

Rajah 6.14 Antaramuka depan sistem

## 7 KESIMPULAN

Kesimpulannya, ontologi sains dapat membantu pengguna membuat carian maklumat dengan lebih mudah. Dengan menggunakan antaramuka ontologi sains ini membantu para pengguna membuat carian maklumat lebih khusus melalui pengelasan kelas sains.

Di samping itu, ontologi ini juga dapat dikembangkan dari masa ke masa berdasarkan silibus pembelajaran sains tahun 4, 5 dan 6 bagi memberi pengguna lebih banyak maklumat mengenai mata pelajaran sains.

Penggunaan perisian Protégé 5.1.0 dan TopBraid Composer dalam projek ini dapat memudah kerja pembangunan ontologi dan pengeksportan fail RDF/XML kepada HTML dilakukan. Fungsi yang mesra pengguna dalam perisian Protégé 5.1.0 mencepat dan memudah pembangunan ontologi.

## 8 RUJUKAN

Noy, N. F., & McGuinness, D. L. (2001). *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. *Stanford Knowledge Systems Laboratory*, 25.

Chandrasekaran, B., Josephson, J. R., & Benjamins, V. R. (n.d.). *What Are Ontologies , and Why Do We Need Them ?*

Uschold, M., Gruninger, M., Uschold, M., & Gruninger, M. (1996). *Ontologies : Principles , Methods and Applications*. *Knowledge Engineering Review*, 11(2), 93–136.

Lawson, T. (2004). *A Conception of Ontology*. *The Cambridge Social Ontology*, 1–24.

Brusa, G., Caliusco, M., & Chiotti, O. (2006). *A process for building a domain ontology: an experience in developing a government budgetary ontology*. *Proceedings of the Second Australasian Workshop on Advances in Ontologies*, 72(c), 7–15.

Dou, D., & McDermott, D. (2006). *Deriving axioms across ontologies*. *Proceedings of the Fifth International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems - AAMAS '06*, (section 2), 952.

Menengah, K. (2015). *Sukatan pelajaran*, 1–9.

Antoniou, G., & Van Harmelen, F. (2004). OWL Web Ontology Language. *Handbook on Ontologies in Information Systems, 2007*(September), 157–160.

Dou, D., & McDermott, D. (2006). Deriving axioms across ontologies. *Proceedings of the Fifth International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems - AAMAS '06*, (section 2), 952

Copyright@FTSM