

PEMBANGUNAN PEMBELAJARAN MATEMATIK BERASASKAN ONTOLOGI

NOR FATIN NABILA BINTI MOHD HANAFIAH
SAIDAH BINTI SAAD

Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia

ABSTRAK

Matematik merupakan sebuah pembelajaran atau kajian mengenai kuantiti, corak struktur, perubahan dan ruang atau dalam makna lain, kajian mengenai nombor dan gambarajah. Selain itu, matematik juga ialah penyiasatan aksiomatik yang menerangkan struktur abstrak menggunakan logik dan simbol matematik. Oleh itu, matematik merupakan salah satu subjek teras yang diajar di peringkat sekolah mahupun rendah atau menengah di Malaysia. Menurut Huraian Sukatan Pelajaran Matematik KBSR (2013), Kurikulum matematik sekolah rendah bertujuan untuk membina pemahaman murid terhadap konsep nombor dan kemahiran asas dalam operasi, dan diaplikasikan dalam kehidupan harian mereka dengan berkesan di samping kemahiran ini membolehkan murid melanjutkan pelajaran ke peringkat yang lebih tinggi. Justeru itu, bagi memudahkan para pelajar atau guru dalam pembelajaran matematik ini, sebuah ontologi dibangunkan yang berfungsi sebagai satu sistem capaian maklumat yang sistematik dan khusus yang membantu para pengguna membuat carian. Maklumat yang berkaitan dengan silibus mata pelajaran matematik dikumpul dari pelbagai sumber seperti buku rujukan, buku teks dan laman sesawang. Maklumat-maklumat tersebut kemudiannya dikelaskan menggunakan kaedah *middle out*.

1 PENGENALAN

Matematik amat penting dalam kehidupan seharian setiap manusia, sebagai contoh pengiraan matematik sering digunakan dalam urusan niaga yang melibatkan jual beli dimana apabila peniaga akan menggunakan operasi matematik dalam mengira jumlah harga barangan yang dibeli oleh pelanggannya. Di samping itu, peniaga perlu memulangkan baki wang yang dibayar oleh pelanggan sekiranya terdapat lebih wang. Hal ini kerana, dengan wujudnya operasi asas matematik seperti tambah, tolak, darab dan bahagi dapat memudahkan urusan seharian manusia.

Matematik lebih difahami sebagai ilmu yang melibatkan angka atau nombor. Matematik ialah satu bentuk bahasa kerana matematik melibatkan komunikasi antara konsep dan simbol. (Noraini Idris, 2001). Dalam pembelajaran matematik, pelajar akan mempelajari bentuk, saiz, ruang, jarak, pola dan masa dimana kesemua konsep dan simbol ini melibatkan bahasa matematik yang mudah. Matematik juga merupakan satu corak atau pola.

“A mathematician is like a painter or poet, is a maker of patterns. If his patterns are more permanent than theirs, it is because they are made with ideas.”

(G.H.Hardy, A Mathematician's Apology, 1941)

Perkataan matematik berasal daripada perkataan Yunani, μάθημα (*máthema*), yang bermakna "sains, ilmu, atau pembelajaran"; μαθηματικός (*mathematikós*) bermaksud "suka belajar". Matematik berkembang selari dengan perubahan tamadun manusia. Mengikuti catatan sejarah, pada peringkat prasejarah nombor, manusia purba menggunakan batu-batu kecil, garisan-garisan yang dilukis diatas dinding, gua atau bantang-bantang kayu atau simpulan pada utas tali untuk melambangkan jumlah harta mereka. Berlakunya perkembangan matematik dalam pelbagai tamadun seperti Babylon, Yunani, Mesir, China, India, Tanah Arab, Eropah telah mencipta kepada pelbagai sistem penomboran. Sistem nombor yang digunakan pada masa kini berdasarkan daripada sistem penomboran Hindu-Arab yang merupakan gabungan 10 simbol atau angka 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0. Digit ini diperkenalkan oleh Leonardo Pisano atau dikenali sebagai Fibonacci yang merupakan ahli matematik Itali.

Penggunaan teknologi semantik dalam kehidupan manusia dapat memudahkan mereka mencapai maklumat dengan tepat. Teknologi semantik membaca dan memahami bahasa dan kata-kata dalam konteksnya.

“The Semantic Technology isn’t inherently complex. The semantic technology language, at its heart, is very very simple. It’s just about the relationships between thing.”

(Sir Berners-Lee.2007)

Berdasarkan yang dikatakan oleh Sir Berners Lee bagi ayat 'relationships between thing' yang membawa maksud kepada kemungkinan kehidupan semua pengguna lebih mudah dan akan membantu organisasi mengurus data dengan lebih cekap untuk mewujudkan lebih banyak dan lebih bijak data dan mendapat lebih nilai.

Kajian ini tertumpu kepada pembelajaran matematik berasaskan ontologi. Dengan menggunakan ontologi dalam pembelajaran matematik dapat memudahkan para pelajar mahupun guru dalam pembelajaran dan pengajaran seharian mereka. Segala maklumat serta formula asas matematik dapat dicapai dengan menggunakan ontologi.

2 PENYATAAN MASALAH

Sistem pendidikan kian berubah ke arah permodenan dengan kewujudan sistem E-Learning yang memudahkan tenaga pengajar. Pendidikan matematik merupakan salah satu pelajaran teras yang perlu dipelajari oleh pelajar dari tahap pra-sekolah sehingga pengajian tinggi. Walau bagaimanapun, tiada sistem maklumat semantik yang terperinci bagi menerangkan lebih

mendalam di Malaysia mengenai pembelajaran matematik bagi pelajar tahun 4, 5 dan 6 yang merupakan pelajar sekolah rendah. Oleh yang demikian, satu sistem semantik yang berasaskan ontologi dibangunkan bagi memudahkan proses pencarian maklumat matematik serta formula asas dengan mengikut silibus pembelajaran matematik bagi sekolah rendah.

3 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif bagi penyelidikan ini adalah untuk membangunkan ontologi bagi pembelajaran matematik sekolah rendah dan bagii memudahkan pengajaran matematik di sekolah. Penyelidikan ini hanya menumpukan kepada silibus pembelajaran matematik bagi tahun 4, 5, 6 sahaja. Bagi mencapai matlamat penyelidikan ini, beberapa objektif telah ditetapkan seperti berikut:

- a) Membangunkan ontologi bagi pembelajaran matematik melalui kaedah pendekatan *middle-out*.
- b) Mengenalpasti komponen ontologi yang terlibat seperti konsep, hubungan dan peraturan yang berkaitan.
- c) Menguji ketepatan atau kebolegunaan maklumat yang dijana oleh aplikasi maklumat semantik tersebut.

4 ONTOLOGI

Istilah ontologi dalam bidang Artificial Intelligent (AI) dikategorikan kepada dua. Pertama, ontologi sebagai satu perwakilan perbendaharaan kata yang dikhususkan kepada domain atau subjek tertentu. Lebih tepat lagi, perbendaharaan kata yang dimaksudkan ialah satu syarat dalam mempamerkan pembentukan konsep. Istilah ontologi ini juga digunakan bagi merujuk *body of knowledge* dalam menggambarkan sesuatu domain. Dengan kata lain, perwakilan perbendaharaan kata menyediakan satu set istilah yang boleh digunakan untuk menerangkan fakta mengenai sesuatu domain. Manakala, *body of knowledge* menggunakan perbendaharaan kata sebagai satu koleksi bagi sesuatu domain. Kategori kedua bagi ontologi ialah ontologi sebagai kandungan teori.

Pada tahun 1993, Gruber pada asalnya mentakrifkan ontologi sebagai “*explicit specification of a conceptualization*”. Bagaimanapun, pada tahun 1997, ontologi ditakrifkan

oleh Borst sebagai “*formal specification of a shared conceptualization*”. Tambahan lagi, definisi ontologi ini memerlukan konsep dimana ia memerlukan perkongsian pandangan antara pihak yang lain seperti kata sepakat bukannya pandangan dari individu tersendiri. Konsep ini juga perlu didefinisikan secara formal dimana ia dapat dibaca oleh mesin. Oleh itu, kedua-dua definisi diatas digabungkan sebagai “*An ontology is a formal, explicit specification of a shared conceptualization*” oleh Gruber pada tahun 1998. Selain definisi yang diterangkan, terdapat beberapa definisi lain berkaitan dengan ontologi, antaranya ialah :

- a) Ontologi ialah satu perjanjian tentang satu pembentukan konsep. Ruang pembentukan konsep tersebut ialah rangka kerja konsep dalam merangka pengetahuan domain, kandungan spesifik protokol untuk komunikasi antara agen operasi dan perjanjian tentang perwakilan mengenai sesuatu teori domain. Dalam kandungan perkongsian pengetahuan, ontologi dispesifikasikan dalam bentuk perbendaharaan kata. Sebagai satu contoh yang ringkas ialah jenis hieraki, menentukan kelas dan andaian hubungan mereka. Skema hubungan pangkalan data juga berfungsi sebagai ontologi dengan menentukan hubungan yang wujud dalam perkongsian pangkalan data dan kekangan integriti yang dipegang untuk mereka (Shared Re-usable Knowledge Bases).
- b) Ontologi adalah satu teori dalam falsafah yang meneroka ciri-ciri pengetahuan kehidupan dan objek yang sebenar (Chandrasekaran, Josephson, & Benjamins, 1999).

Ontologi dibangunkan dalam pelbagai domain seperti bahasa, geografi, demografik dan juga dalam bidang pendidikan.

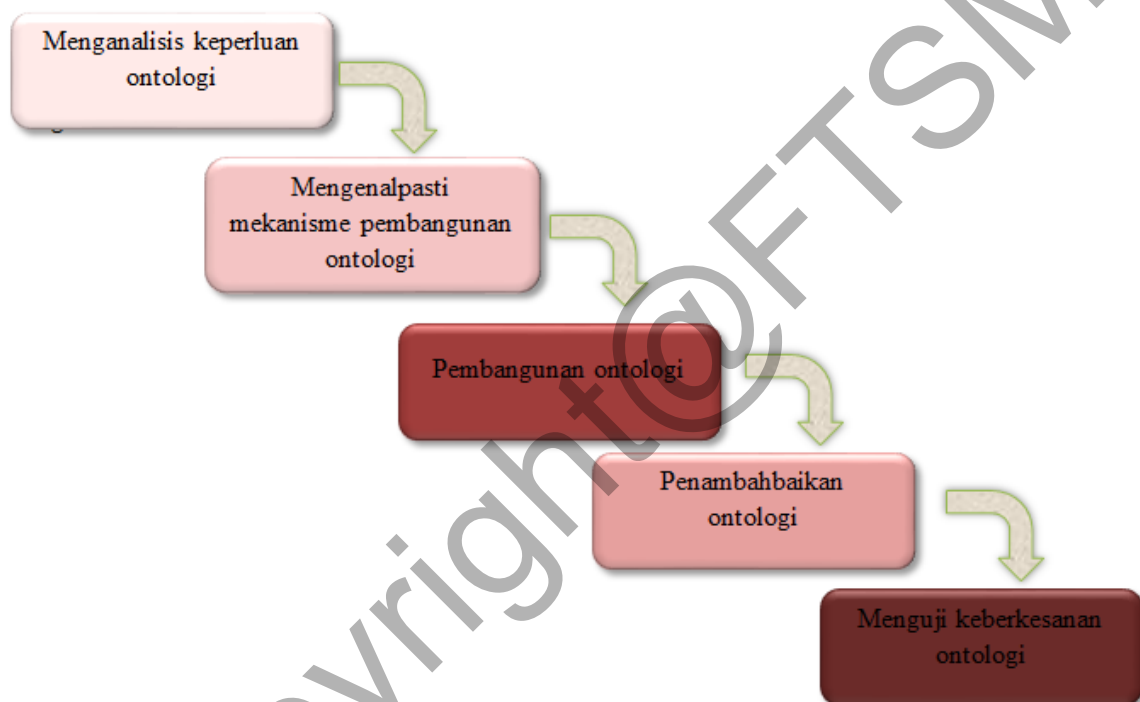
5 METOD KAJIAN

Terdapat pelbagai metodologi yang boleh diguna pakai bagi pembangunan sesebuah ontologi. Walaubagaimanapun, tiada satu cara atau kaedah yang betul untuk membangunkan ontologi. Tetapi terdapat peraturan asas dalam mereka bentuk ontologi yang perlu kita rujuk iaitu:

- 1) Tiada cara yang betul untuk membina sebuah domain – terdapat satu alternatif yang berdaya maju. Penyelesaian yang terbaik ialah bergantung kepada aplikasi yang kita fikirkan dan hasil yang dijangkakan.

- 2) Pembangunan ontologi semestinya proses lalaran.
- 3) Konsep dalam ontologi mestilah berkaitan dengan *objects* (fizikal atau logikal) dan *relationships* dalam domain. Kemungkinan besar kata nama (*objects*) atau kata kerja (*relationships*) dala ayat yang akan menerangkan domain kita.

Berikut merupakan fasa-fasa yang terlibat dalam membangunkan ontologi bagi pembelajaran matematik berasaskan ontologi.



RAJAH 1 Metadologi pembangunan pembelajaran matematik berasaskan ontologi.

5.1 ANALISA KEPERLUAN ONTOLOGI

Fasa pertama dalam membangunkan ontologi ialah menganalisa keperluan ontologi iaitu menentukan domain yang dipilih untuk membangunkan ontologi dan juga skip. Terdapat beberapa cadangan persoalan asas yang perlu kita jawab iaitu :

- a) Apakah domain yang akan diliputi oleh ontologi?
- b) Untuk apakah kita menggunakan ontologi?
- c) Apakah jenis soalan maklumat di dalam ontologi yang memberi jawapan?

d) Siapakah yang akan menggunakan dan mengekalkan ontologi?

(Noy & Mcguinness, A Guide To Creating Your First Ontology, 2001)

5.2 MEKANISME PEMBANGUNAN ONTOLOGI

Fasa kedua dalam membangunkan sebuah ontologi ialah fasa mendapatkan mekanisme pembangunan ontologi. Rajah 2 menunjukkan aktiviti-aktiviti yang terlibat di dalam fasa ini.



RAJAH 2 Mekanisme pembangunan ontologi.

Skop yang terlibat di dalam penyelidikan ini hanya menfokuskan terhadap pembelajaran matematik yang melibatkan topik-topik bagi tahun 4, 5 dan 6 bagi sekolah rendah. Di samping itu salah satu cara bagi menentukan skop bagi ontologi dalah dengan melakar senarai soalan kompetensi untuk menentukan asas pengetahuan berdasarkan ontologi yang perlu dijawab (Gruninger and Fox 1995) berikut adalah soalan-soalan kompetensi yang berkemungkinan soalan bagi domain matematik:

- a) Apakah maksud isipadu?
- b) Apakah operasi asas dalam matematik?
- c) Apakah jenis bentuk 2 dimensi yang terdapat dalam bentuk dan ciri-ciri bentuk tersebut?
- d) Apakah unit bagi Isipadu?
- e) Apakah nombor bulat?
- f) Apakah maksud nombor perdana?

- g) Apakah nilai tempat di dalam matematik?
- h) Apakah Jenis pecahan beserta huraian dan contoh?
- i) Apakah Jenis sudut beserta huraian?
- j) Apakah formula bagi luas?
- k) Apakah senarai nombor perdana?

Menentukan cara memperolehi maklumat ontologi merupakan aktiviti kedua bagi mekanisme pembangunan ontologi. Terdapat pelbagai kaedah yang boleh diguna pakai bagi mendapatkan maklumat mengenai ontologi matematik. Antaranya melalui medium bacaan ilmiah seperti buku-buku, jurnal, tesis, artikel mahupun melalui laman sesawang yang berkaitan ontologi. Manakala bagi maklumat topik-topik pembelajaran matematik boleh diambil melalui buku teks ataupun buku rujukan matematik bagi UPSR. Setiap topik-topik di dalam matematik akan dikenalpasti dan dianalisis dan seterusnya dibuat pengkelasan mengikut ciri-ciri tertentu bagi pembangunan ontologi.

Akhir sekali ialah mentakrifkan konsep termasuk hubungan antara konsep di dalam ontologi. Ia diperlukan bagi menentukan kelas dan hieraki kelas.

5.3 PEMBANGUNAN ONTOLOGI

Untuk pembangunan sebuah ontologi, pemilihan bahasa ontologi adalah sangat penting. Bahasa ontologi adalah bahasa formal bagi pembangunan sebuah ontologi (Bernard Renaldy Suteja et al, 2010). Antara komponen/bahasa yang menjadi struktur ontologi ialah:

- a) XML atau *eXtensible markup language* ialah bahasa markup dengan menggunakan tag bagi menyatakan maklumat tambahan bagi suatu teks. Bahasa XML direka untuk menjadi diri deskriptif. Ia juga mudah difahami oleh manusia dan juga mesin.
- b) *XML Schema* merupakan bahasa pembatasan struktur dari dokumen XML.

- c) *Resource description framework* (RDF) ialah model data untuk objek (resources) dan hubungan di antaranya dan menyediakan semantik yang sederhana untuk model data tersebut, dan data model ini dapat diwujudkan dalam sintaks XML.
- d) *RDF Schema* adalah perbendaharaan kata untuk menjelaskan *properties* dan *classes* dari sumber RDF, dengan sebuah semantik untuk hierarki penyamarataan dari *properties* dan *classes*.
- e) *Ontology web language* (OWL) menambah beberapa perbendaharaan kata untuk menjelaskan *properties* dan *classes*, antara lain hubungan antara *classes*, cardinality, equality, pelbagai jenis dari *properties* dan ciri-ciri dari *properties*.

5.4 PENAMBAHBAIKAN ONTOLOGI

Proses penambahbaikan ontologi dilakukan sebanyak dua peringkat iaitu semasa pembangunan ontologi dan selepas pembangunan ontologi. Fasa ini juga merupakan fasa yang penting bagi pembinaan ontologi kerana ia menambahbaikan ontologi dari segi masalah ataupun kekurangan ontologi yang telah dikenalpasti.

- Semasa pembangunan ontologi
Proses ini membetulkan kesalahan atau masalah yang terdapat semasa pembangunan ontologi. Kesalahan mungkin berlaku semasa membuat pengelasan atau menentukan individual. Selain itu, penambahan individual boleh dilakukan semasa proses ini.
- Selepas pembangunan ontology
Penambahbaikan selepas pembangunan ontologi dilakukan jika terdapat sesuatu kekeliruan atau kesalahan terhadap maklumat yang diperolehi. Pakar domain diperlukan bagi mendapatkan kesahihan maklumat yang diperolehi bagi mendapat kepercayaan pengguna. Penambahan *data properties* dan *object properties* mungkin berlaku semasa proses ini.

5.5 PENGUJIAN KEBERKESANAN 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 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 matematik tahun 4, 5 dan 6 berasaskan ontologi. Penerangan yang mendalam tentang pembangunan ontologi diperihai. Fasa pembangunan ontologi adalah fasa yang penting dalam pembangunan projek. Dalam projek ini, perisian yang digunakan bagi membangunkan pembelajaran matematik berasaskan ontologi ini adalah Protégé 5.1.0. Protégé 5.1.0 adalah sumber terbuka editor ontologi secara percuma dan sistem pengurusan pengetahuan. Protégé 5.1.0 menyediakan antaramuka pengguna grafik untuk menentukan ontologi. Ia juga termasuk *deductive classifier* untuk mengesahkan bahawa model adalah konsisten dan untuk membuat kesimpulan maklumat baru berdasarkan analisis suatu ontologi. Seperti Eclipse, Protégé 5.1.0 adalah satu rangka kerja yang mana pelbagai projek lain mencadangkan plugin. Protégé 5.1.0 juga dapat mengeksport ontologi ke dalam format yang berbeza seperti OWL, RDF dan sebagainya.

6.1 HASIL IMPLEMENTASI

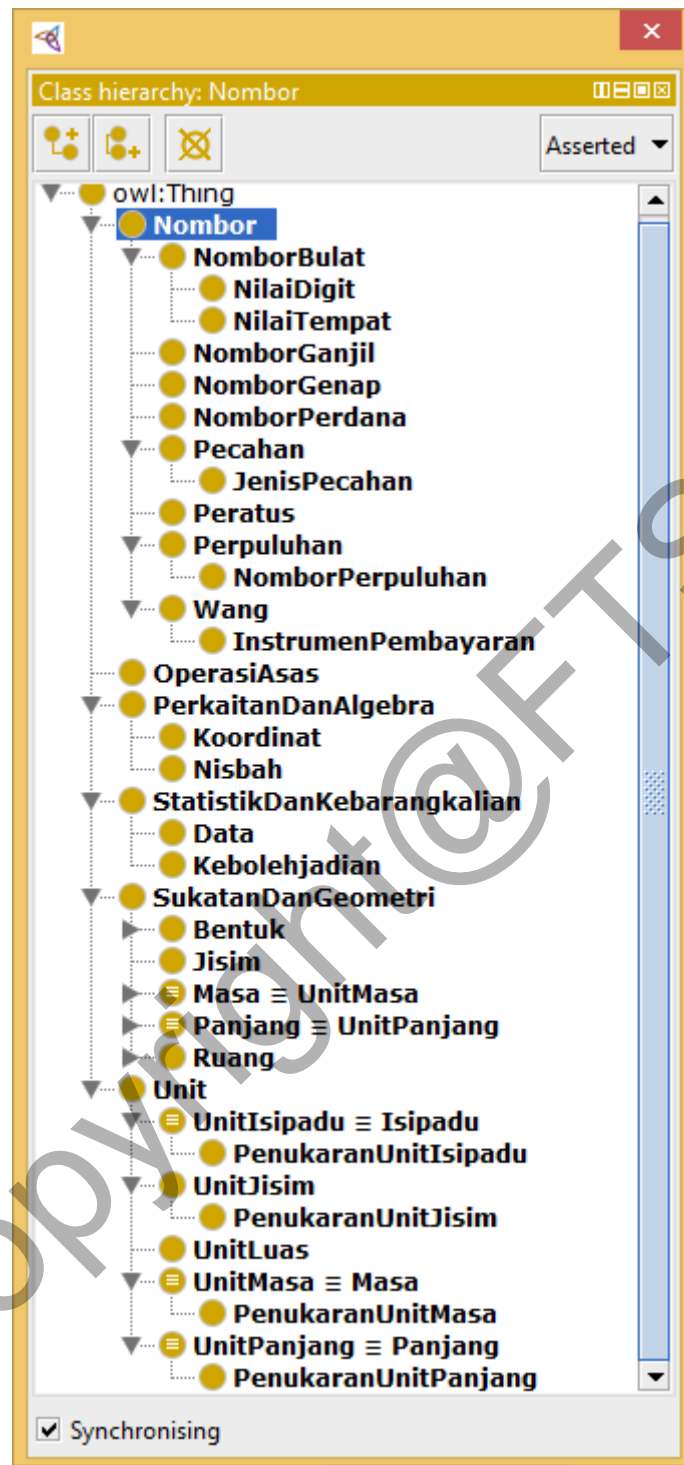
Pembangunan ontologi matematik dibangunkan dengan menggunakan perisian Protégé 5.1.0. Perisian Protégé merupakan *open-source* editor ontologi secara percuma dan satu sistem pengurusan pengetahuan. Protege menyediakan antaramuka pengguna grafik untuk menentukan ontologi. Ia juga termasuk *deductive classifiers* 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 3 di bawah menunjukkan keseluruhan hierarki kelas bagi setiap kategori yang dikenalpasti semasa proses mentakrifkan konsep dimasukkan dalam Protégé.

Copyright@FTSM



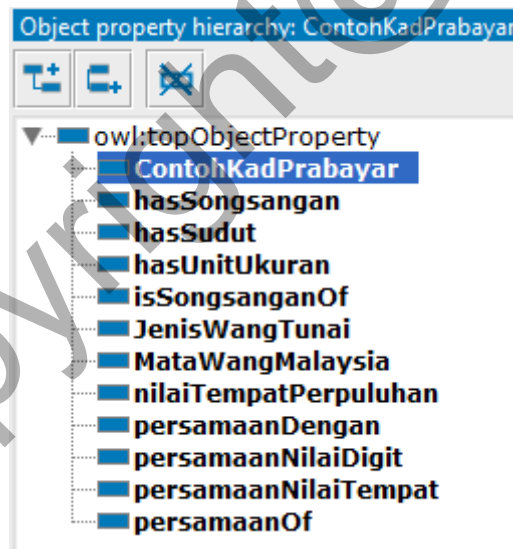
RAJAH 4.6 Keseluruhan hierarki kelas dalam Protégé.

b) Mewujudkan *properties*

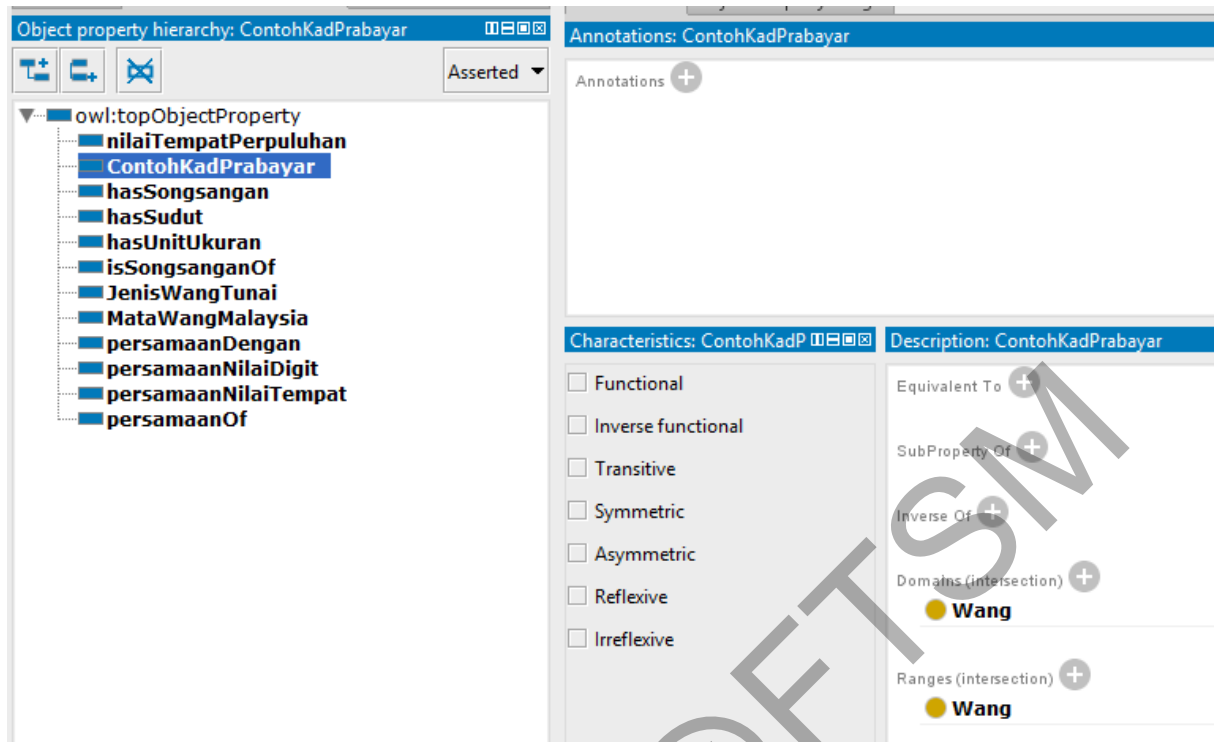
Kelas-kelas semata-mata tidak dapat menyediakan maklumat yang cukup untuk menjawab soalan-soalan kompetensi. Apabila kita telah mentakrifkan sebahagian daripada kelas, kita perlu menggambarkan konsep struktur dalaman. Setelah memilih kelas daripada senarai terma yang telah disenaraikan dan sebahagian 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 4 menunjukkan sebanyak 12 *Object properties* telah dikenalpasti berserta *domain* dan *range* dan dimasukkan ke dalam perisian Protégé.

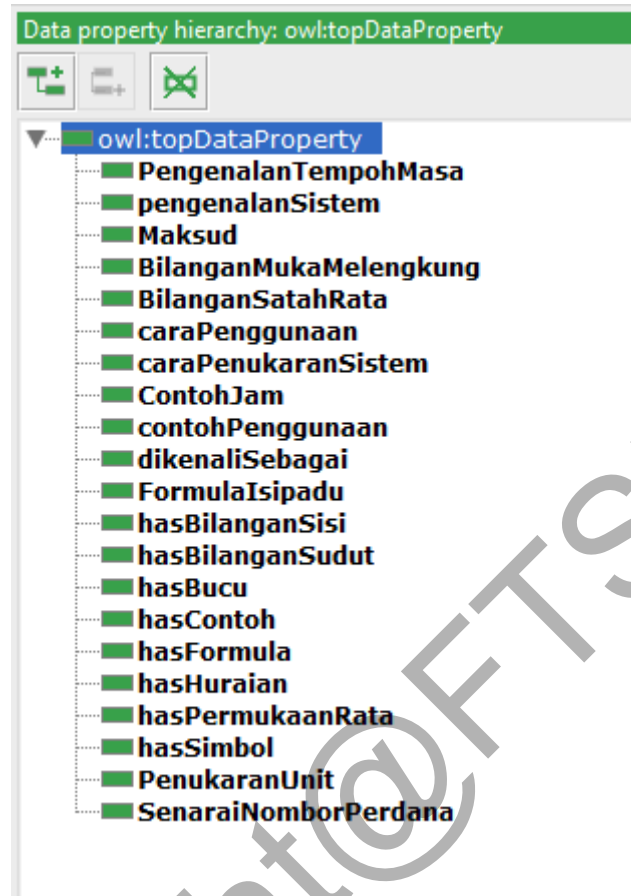


RAJAH 4 *Object properties*.



RAJAH 5 Contoh domain dan range bagi *object properties* – ContohKadPrabayar

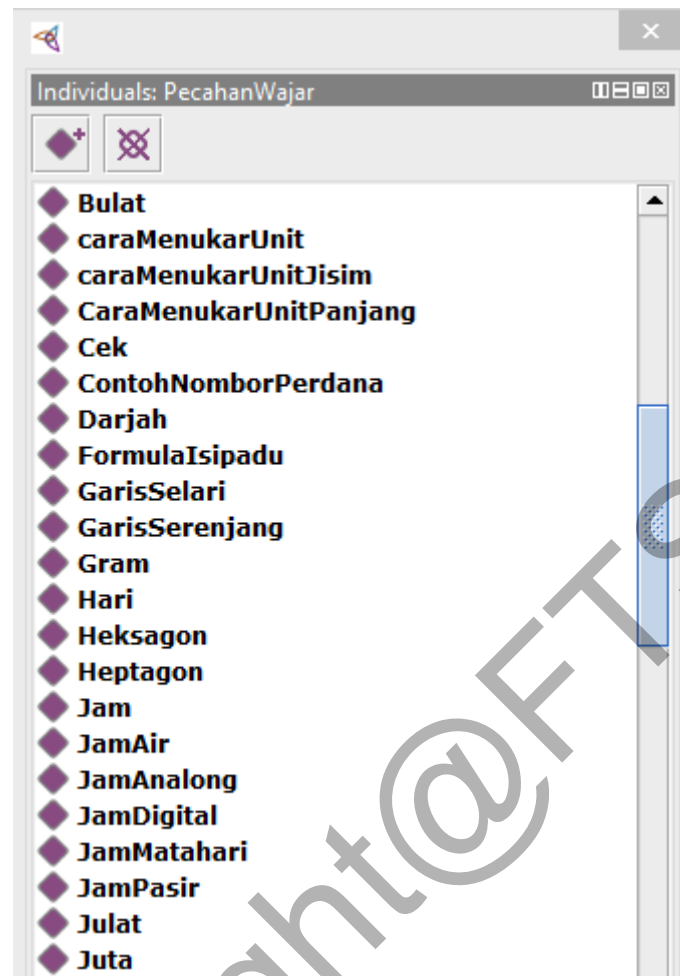
- *Data properties* menghubungkan antara satu *instance* dengan nilai literal jenis data skema XML (*XML Schema Datatype value*) atau literal RDF iaitu atribut yang dimiliki oleh objek atau *instance* tersebut. Rajah 6 di bawah menunjukkan *data properties* bagi menghubungkan *instance* dan nilai literal



RAJAH 6 Data properties

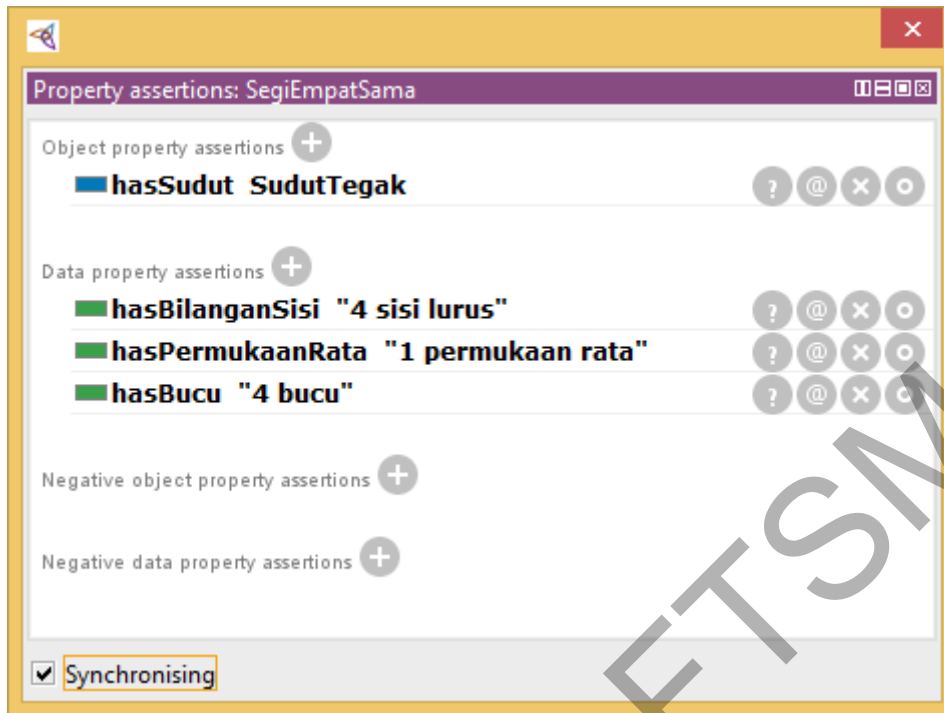
c) Individual atau Instances (Tika)

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 131 individual dikenalpasti melalui sumber rujukan seperti buku rujukan dan buku teks matematik. Kesemua individual ini akan dimasukkan ke dalam perisian Protégé. Senarai ini boleh diubah, dibuang serta ditambah baik mengikut kesesuaian masa dengan menggunakan ontologi. Rajah 7 menunjukkan sebahagian senarai objek matematik yang dimasukkan ke dalam Protégé sebagai individual.



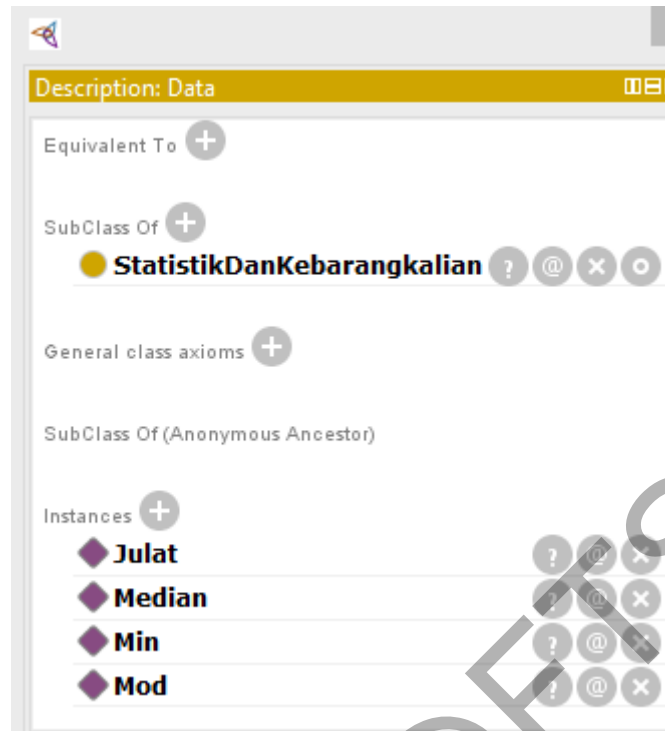
RAJAH 7 Sebahagian Individual dari senarai objek matematik.

Seterusnya adalah proses untuk memasukkan nilai literal bagi setiap individual. Rajah 8 berikut menunjukkan contoh *property assertions* bagi individual SegiEmpatSama. Individu SegiEmpatSama mempunyai satu *object properties*, iaitu hasSudut. Manakala *data properties* ialah hasBilanganSisi, hasPermukaanRata dan hasBucu. *Data properties* bagi setiap individu mungkin berbeza berdasarkan maklumat yang telah dikumpul melalui sumber yang diperolehi.



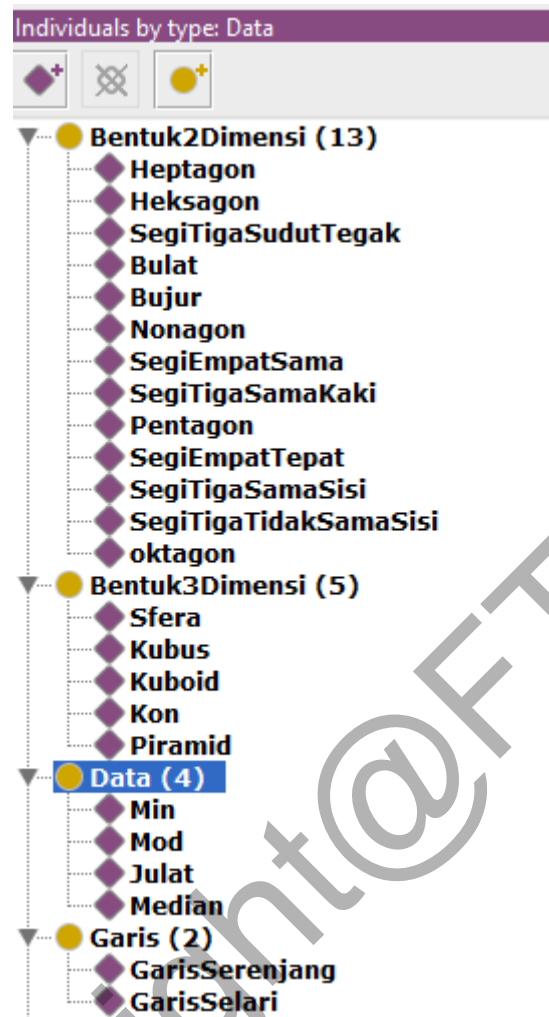
RAJAH 8 *Properties assertion* bagi individual SegiEmpatSama.

Sebanyak 131 objek matematik telah dimasukkan sebagai individual dalam Protégé. Setelah selesai proses ini, individual tersebut akan dimasukkan ke dalam kelas masing-masing sebagai *instances* (*tika*). Rajah 9 menunjukkan contoh empat individual dimasukkan sebagai *instances* (*tika*) dalam kelas *Data*, di mana kelas *Data* juga merupakan subkelas kepada *StatistikDanKebarangkalian*.



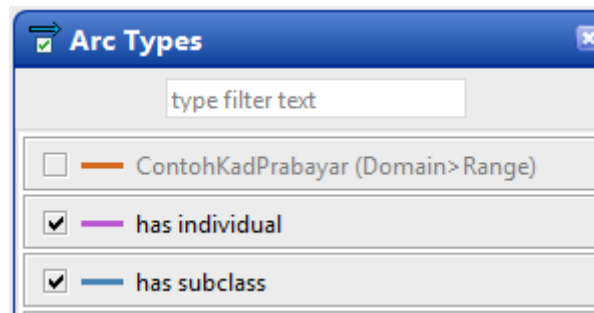
RAJAH 9 Contoh Individu-individu dimasukkan sebagai *instances* (tika)

Dalam rajah 10 menunjukkan *individual by type* kelas-kelas dan setiap individual yang diletakkan di bawah kelas tersebut.

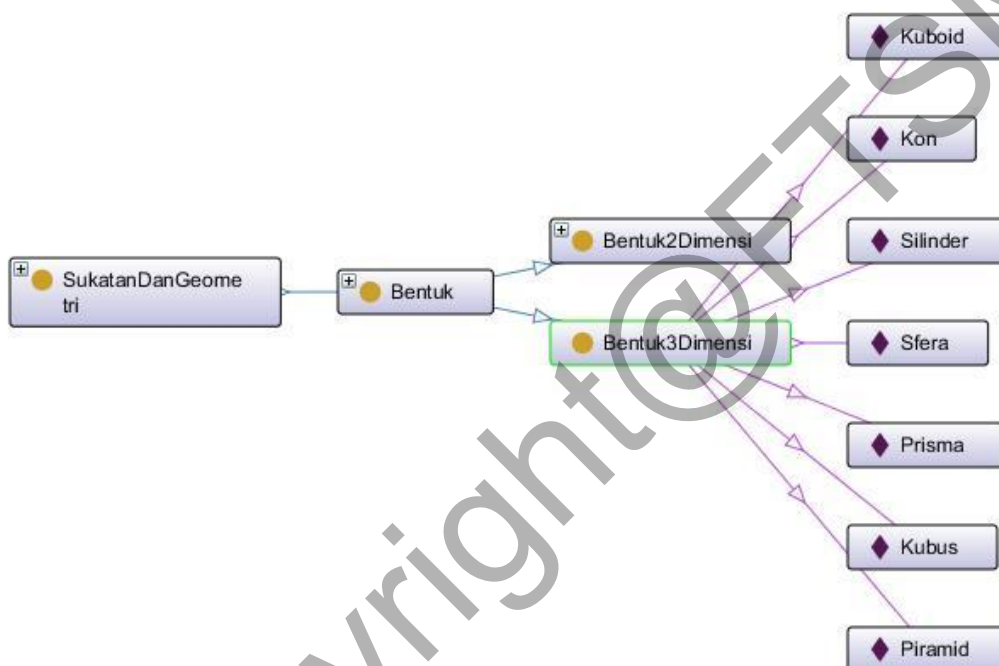


RAJAH 10 *Individual by type* bagi kelas dan individual.

Gambaran kelas-kelas, individual dan hubungan antara kelas dengan kelas dan hubungan antara individual dengan kelas dapat dilihat dengan menggunakan perisian Protégé 5.1.0 melalui OntoGraf. Rajah 11, menunjukkan kelas Artifak, hubungan kelas tersebut dengan kelas yang lain, dan juga hubungan individual dalam kelas tersebut dengan individual dan kelas yang lain. Kod warna bagi mengenal pasti jenis hubungan juga disediakan seperti yang dapat dilihat dalam Rajah 12. Gambaran kelas-kelas yang lain akan diletakkan dalam bahagian lampiran kajian ini.



RAJAH 11 Kod warna hubungan kelas dan individual.



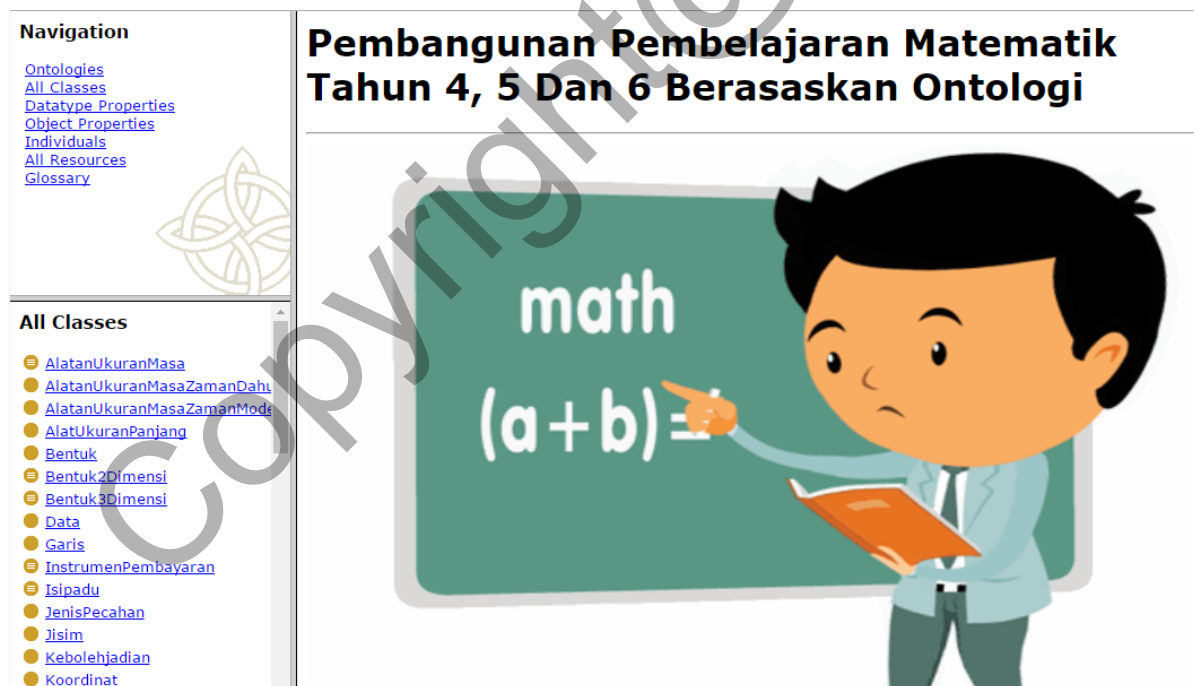
RAJAH 12 Kelas dan hubungan ditunjukkan dalam OntoGraf, Protégé.

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 matematik 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 13. 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.



Rajah 13 Antaramuka depan sistem

Penerangan bagi kelas tersebut juga dijelaskan dengan terperinci jika meletakkan tetikus di atas teks tersebut seperti Rajah 14.

Pembangunan Pembelajaran Matematik Tahun 4,5 dan 6 Berasaskan Ontologi

[Ontologies](#)
[All Classes](#)
[Datatype Properties](#)
[Object Properties](#)
[Individuals](#)
[All Resources](#)
[Glossary](#)

Classes

[AlatanUkuranMasa](#)
[AlatanUkuranMasaZamanDahulu](#)
[AlatanUkuranMasaZamanModen](#)
[AlatUkuranPanjang](#)
[Bentuk](#)
[Bentuk2Dimensi](#)
[Bentuk3Dimensi](#)
[Data](#)
[Garis](#)
[InstrumenPembayaran](#)
[Isipadu](#)
[JenisPecahan](#)
[Jisim](#)
[Kebolehiadian](#)
[Koordinat](#)
[Luas](#)
[Masa](#)
[NilaiDigit](#)
[NilaiTempat](#)
[Nisbah](#)
[Nombor](#)
[NomborBulat](#)
[NomborGanjil](#)
[NomborGenap](#)

Class math:InstrumenPembayaran

```

classDiagram
    class rdfsResource["rdfs:Resource"]
    class owlThing["owl:Thing"]
    class mathNombor["math:Nombor"]
    class mathWang["math:Wang"]
    class mathInstrumenPembayaran["math:InstrumenPembayaran"]
    class mathContohKadPrabayar["math:ContohKadPrabayar"]
    class mathJenisWangTunai["math:JenisWangTunai"]
    class mathMataWangMalaysia["math:MataWangMalaysia"]
    class mathCaraPenggunaan["math:caraPenggunaan"]
    class mathContohPenggunaan["math:contohPenggunaan"]

    rdfsResource <|-- owlThing
    owlThing <|-- mathNombor
    mathNombor <|-- mathWang
    mathWang <|-- mathContohKadPrabayar
    mathWang <|-- mathJenisWangTunai
    mathWang <|-- mathMataWangMalaysia
    mathWang <|-- mathCaraPenggunaan
    mathWang <|-- mathContohPenggunaan
    mathWang <|-- mathInstrumenPembayaran
  
```

type
 ● Class [owl:Class]

subClassOf
 ● math:Wang


Instances
[math:Cek](#), [math:KadDebit](#), [math:KadKredit](#), [math:KadPrabayar](#), [math:WangTunai](#)

Rajah 14 Penerangan bagi Kelas JenisPecahan

Di dalam Rajah 14 di atas, telah ditunjukkan kelas 'InstrumenPembayaran' adalah 'subClassOf' kepada kelas 'Wang' serta ia adalah 'type' kepada 'kelas'. Di samping itu, kelas 'InstrumenPembayaran' mempunyai *instances* (tika) iaitu 'Cek', 'KadDebit', 'KadKredit', 'KadPrabayar' dan 'WangTunai'. Di dalam paparan ini juga menunjukkan graf yang berkaitan dengan kelas 'InstrumenPembayaran'. Penerangan bagi *instances* (Tika) boleh dicapai dengan klik pada senarai *instances* (Tika) tersebut dimana senarai tersebut merupakan 'hypertext' dan boleh diklik bagi mendapat maklumat yang terperinci seperti Rajah 15 di bawah.

Pembangunan Pembelajaran Matematik Tahun 4,5 dan 6 Berasaskan Ontologi

[Ontologies](#)
[All Classes](#)
[Datatype Properties](#)
[Object Properties](#)
[Individuals](#)
[All Resources](#)
[Glossary](#)



Individuals

- ◆ [1](#)
- ◆ [10](#)
- ◆ [100](#)
- ◆ [1000](#)
- ◆ [10000](#)
- ◆ [100000](#)
- ◆ [10000000](#)
- ◆ [100Tahun](#)
- ◆ [10Tahun](#)
- ◆ [12Bulan](#)

Individual math:KadDebit

[math:caraPenggunaan](#)

- ☒ - Untuk menggunakan kad debit, pemegang mestilah mempunyai akaun bank dan mempunyai wang simpanan yang mencukupi dalam akaun.
- ☒ - Jika pembayaran dilakukan menggunakan kad debit, wang di dalam akaun akan ditolak secara langsung dari akaun pemegang.

[math:contohPenggunaan](#)

- ☒ 1. Membeli-belah di pasar raya besar.
- ☒ 2. Membayar minyak kereta di stesen minyak secara langsung di pam.

[math:hasHuraian](#)

- ☒ Kad Debit ialah kad yang dipunyai oleh pemegang akaun bank terlebih dahulu.

type

- [math:InstrumenPembayaran](#)
- [NamedIndividual](#)

Rajah 15 Penerangan bagi *instances* (Tika) KadDebit.

7 KESIMPULAN

Kesimpulannya, ontologi matematik dapat membantu pengguna membuat carian maklumat dengan lebih mudah. Dengan menggunakan antaramuka ontologi matematik ini membantu para pengguna membuat carian maklumat lebih khusus melalui pengkelasan kelas matematik. Di samping itu, ontologi ini juga dapat dikembangkan dari masa ke masa berdasarkan silibus pembelajaran matematik tahun 4, 5 dan 6 bagi memberi pengguna lebih banyak maklumat mengenai mata pelajaran matematik.

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