

SISTEM ONTOLOGI *E-LEARNING* BERBASIS *SEMANTIC WEB*

Bernard Renaldy Suteja¹, Suryo Guritno², Retantyo Wardoyo², Ahmad Ashari³

¹Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Infomasi UK. Maranatha
bernardjogja@gmail.com

²Ilmu Komputer, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
suryoguritno@ugm.ac.id, rw@ugm.ac.id

³Elektronika dan Instrumentasi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
ashari@ugm.ac.id

Abstract

E-learning content being a barrier for e-learning is no longer true on today's Internet. The current concerns are how to effectively annotate and organize the available content (both textual and non-textual) to facilitate effective sharing, reusability and customization. In this paper, we explain a component-oriented approach to organize content in an ontology. We also illustrate our 3-tier e-learning content management architecture and relevant interfaces. We use a simple yet intuitive example to successfully demonstrate the current working prototype which is capable of compiling personalized course materials. The e-learning system explained here uses the said ontology.

Kata kunci: *e-learning, ontology, semantic web*

1. Latar Belakang

Perkembangan internet dan *e-learning* dengan aplikasi dan *tools* baru yang menyertainya secara cepat telah mengubah bentuk atau cara pembelajaran yang lama. Pada masa lalu, secara sederhana kita mendistribusikan *content e-learning* ke WWW dengan gaya semi terstruktur (dalam bentuk dokumen HTML dengan banyak *links* ke dokumen-dokumen lain). Sehingga prinsipnya adalah *content* tersedia dan dapat diakses secara *online*.

Namun pada kenyataannya, dalam memperoleh *content* yang dibutuhkan, banyak dijumpai permasalahan yang disebabkan oleh terbatasnya pemberian *keyword* pada *content* tersebut. Hal ini makin bertambah sulit ketika tidak dijumpainya *metadata* secara eksplisit dan informasi yang berkaitan dengan aspek pedagogik dari *content* (ketergantungan *content*). Dengan demikian, hanya yang ahli yang dapat menemukan *content* yang sesuai atau mengorganisasikannya ke dalam bentuk heterogen *content* yang masuk akal.

Dengan munculnya teknologi Semantic Web, dapat ditambahkan *metadata* (termasuk di dalamnya atribut-atribut pedagogik) pada *e-learning content*. Kemudian, *metadata* tersebut diorganisasikan ke dalam ontologi sehingga dapat memudahkan penyebaran, penemuan, dan penggunaan *content*

dengan cara yang lebih baik. Dengan cara ini, tidak hanya manusia yang dengan mudah menemukan dan mengatur *content* yang diperlukan, namun juga agen cerdas. Agen cerdas yang ada pada aplikasi akan menemukan dan mengelola *content* dari sumber *content* yang heterogen, kemudian mengkombinasikannya menjadi *customized courseware* dengan kriteria spesifik dan aturan-aturan lainnya. *Customized courseware* ini mengacu pada sekumpulan *content* (bersumber dari *heterogent content*) di mana *content-content* saling terkait dan aturan pedagogik tetap terjaga.

Pada tulisan ini, akan dibahas bagaimana *3-tier e-learning architecture* dapat dikembangkan untuk mendukung terciptanya OntoEdu yang merupakan inti penerapan *semantic web* pada *e-learning*.

2. Landasan Teori

2.1. *e-Learning dan Content*

Electronic learning atau *e-learning* adalah proses pembelajaran mandiri yang difasilitasi dan didukung melalui pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi [1]. Dari beberapa sistem yang dikembangkan hingga saat ini, secara umum *e-learning* dapat dibagi berdasarkan sifat interaktivitasnya menjadi 2 (dua) kelompok:

- *E-learning* yang bersifat statis. Pengguna

sistem ini hanya dapat mengunduh bahan-bahan (*content*) belajar yang diperlukan. Sedangkan dari sisi administrator, ia hanya dapat mengunggah berkas-berkas materi. Pada sistem ini memang suasana belajar yang sebenarnya tak dapat dihadirkan, misalnya jalinan komunikasi. Sistem ini cukup berguna bagi mereka yang mampu belajar otodidak dari sumber-sumber bacaan yang disediakan dalam sistem ini, baik yang berformat HTML, PowerPoint, PDF, maupun yang berupa video. Kalaupun digunakan, sistem ini berfungsi untuk menunjang aktivitas belajar-mengajar yang dilakukan secara tatap muka di kelas.

- *E-learning* yang bersifat dinamis. Fasilitas yang ada pada sistem ini lebih bervariasi dari apa yang ditawarkan sistem pertama. Pada sistem kedua ini, fasilitas seperti forum diskusi, *chatting*, *e-mail*, alat bantu evaluasi pembelajaran, manajemen pengguna, serta manajemen materi elektronis sudah tersedia. Sehingga pengguna (siswa) mampu belajar dalam lingkungan belajar yang tidak jauh berbeda dengan suasana kelas. Sistem kedua ini dapat digunakan untuk membantu proses transformasi paradigma pembelajaran dari *teacher-centered* menuju *student-centered*. Bukan lagi pengajar yang aktif memberikan materi atau meminta siswa bertanya mengenai sesuatu yang belum dipahami, tetapi di sini siswa dilatih untuk belajar secara kritis dan aktif. Sistem *e-learning* yang dikembangkan dapat menggunakan pendekatan metode belajar kolaboratif (*collaborative learning*) maupun belajar dari proses memecahkan problem yang disodorkan (*problem-based learning*).

Berhubungan dengan kondisi pembelajaran dan fasilitas apa yang sesuai, dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini (diadopsi dari *Distance Learning and Sun Microsystems* [2]):

Tabel 1. Perbandingan *distance learning* menurut Sun Microsystems

	Same Time (Synchronous) (Waktu yang sama)	Different Time (Asynchronous) (Waktu yang berbeda)
Same Place (Tempat yang sama)	Class Room	Learning Center Laboratory Library
Different Place (Tempat yang berbeda)	Audio Conferencing Video Conferencing Satellite delivery Chating Room Instructor-led (Synchronous Learning Systems) Synchronous Streaming	WWW E-learning Systems Video tape/audio tape CD-ROM Archived Streamed Video Email/Listserv

E-learning content adalah sumber daya digital apapun yang digunakan untuk mendukung proses pembelajaran. *E-learning content* dapat dikategorikan menjadi dua bagian :

- *textual* meliputi *text based content* seperti *plain-text* dan PDF
- *non-textual* meliputi *multimedia content* seperti audio, visual, dan animasi

Textual content secara mudah dapat ditemukan melalui *search engine* (seperti Google atau Yahoo) dengan memberikan *keyword*-nya,. Hanya orang yang sudah ahli yang dapat menemukan *content* yang dibutuhkan dari hasil *content* yang sudah ditemukan kemudian mengombinasikannya. Lain halnya dengan *non-textual content* yang masih sulit untuk ditemukan walaupun sudah menggunakan *search engine*.

2.2. Standardisasi e-Learning

Terdapat standardisasi *e-learning* yang harus digunakan sebagai acuan pengembangan sistem :

2.2.1. LTSC

LTSC diciptakan oleh *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) yang telah membentuk banyak standar teknologi untuk *electrical*, teknologi informasi, dan ilmu pengetahuan. Tujuan dari LTSC ini adalah untuk membentuk akreditasi standar teknis, memberikan rekomendasi pelatihan, dan menjadi acuan dalam teknologi pembelajaran.

2.2.2. IMS

IMS merupakan organisasi yang penting dalam komunitas *e-learning* sejak *consortium* antara akademisi, perusahaan dan pemerintah untuk membangun dan mendukung *open specification* untuk distribusi *learning* dan pengembangan *content* dan pertukaran siswa antara sistem yang berbeda.

2.2.3. ADL

ADL digunakan untuk membuat *Shareable Courseware Object Reference Model* (SCORM). SCORM merupakan sebuah spesifikasi standar untuk *reusability* dan *interoperability* dari content pembelajaran [3].

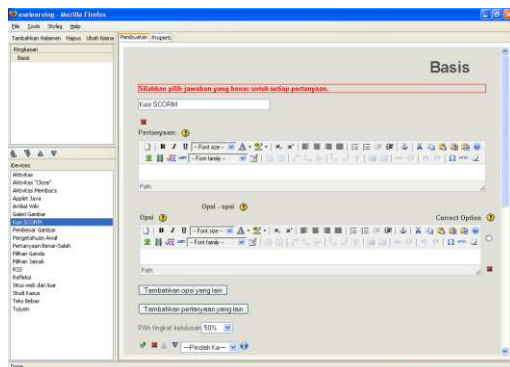
SCORM berfokus pada dua aspek terpenting pada *interoperability* dari *content* pembelajaran, yaitu:

- Mendefinisikan secara agregat model untuk mengemas *content* pembelajaran
- Mendefinisikan API yang dapat digunakan untuk komunikasi antara *content* pembelajaran dengan sistem yang digunakan

SCORM juga membagi teknologi pembelajaran berdasarkan *functional component*, yaitu:

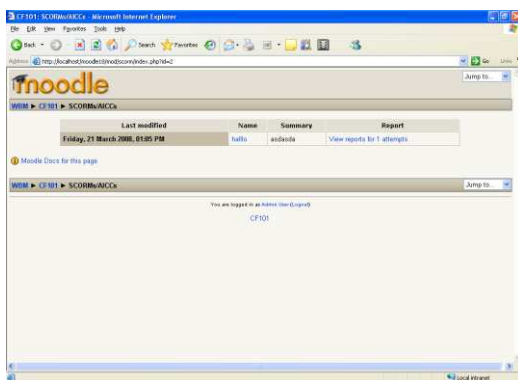
- *Learning Management Systems (LMS)*
- *Shareable Content Object (SCOs)*

Terdapat banyak *tools* yang dapat digunakan untuk memanfaatkan SCORM ini contohnya adalah eXelearning.



Gambar 1. Penggunaan SCORM pada eXelearning

Pemanfaatannya dalam sistem *e-learning* juga sudah didukung, contohnya sistem *e-learning open source Moodle*.



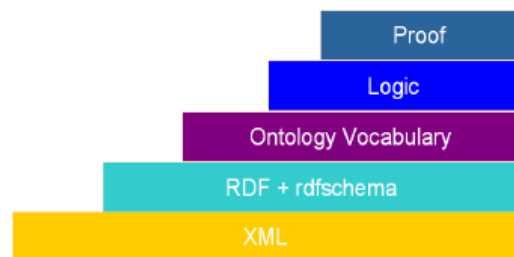
Gambar 2. Implementasi SCORM pada Moodle

2.3. Teknologi Semantic Web

Semantic web adalah perkembangan generasi web berikutnya atau yang bisa disebut sebagai evolusi dari *World Wide Web (WWW)*, yang dicetuskan pada tahun 2002. *Semantic web* didefinisikan sebagai sekumpulan teknologi yang memungkinkan komputer memahami arti dari sebuah informasi berdasarkan *metadata*, yaitu informasi mengenai isi informasi. Dengan adanya *metadata*, komputer diharapkan mampu mengartikan hasil masukan informasi sehingga hasil pencarian menjadi lebih detail dan tepat. *World Wide Web Consortium (W3C)* mendefinisikan format *metadata* tersebut dalam bentuk *Resource Description Format (RDF)*. Tiap unit dari RDF adalah 3 komposisi, yaitu

subject, *predicate*, dan *object*. *Subject* dan *object* adalah entitas yang ditunjukkan oleh teks. Sedangkan *predicate* adalah komposisi yang menerangkan sudut pandang dari *subject* yang dijelaskan *object*. Hal yang paling menarik dari RDF yaitu *object* dapat menjadi *subject* yang nantinya diterangkan oleh *object* yang lainnya. Sehingga *object* atau masukan dapat diterangkan secara jelas dan detail, serta sesuai dengan keinginan pengguna yang memberikan masukan.

Dalam mencapai tujuannya, dibutuhkan pemberian *meaning* ke dalam masing-masing *content* (sebagai atribut) yang akan digunakan oleh teknologi web semantik ke dalam beberapa *layer*:



Gambar 3. Layer Semantic Web

- *XML Layer*, merepresentasikan data
- *RDF Layer*, merepresentasikan meaning dari data
- *Ontology Layer*, merepresentasikan bentuk umum aturan/kesepakatan mengenai *meaning* dari data
- *Logic Layer*, menerapkan *intelligent reasoning* dengan data yang *meaningful*.

Teknologi *Semantic Web* dapat digunakan untuk membangun sistem dengan mengumpulkan *content e-learning* dari sumber yang berbeda untuk kemudian diproses, dikelola dan di-*share* untuk pengguna atau *artificial agent* dengan menggunakan ontologi. Terdapat tiga teknologi penting yang terlibat dalam penggunaan web semantik, yaitu: *eXtensible Markup Language (XML)*, *Resource Description Framework (RDF)*, dan *Ontology Web Language (OWL)*.

2.4. Ontologi Web

Ontologi memiliki banyak pengertian seperti yang dijelaskan pada berbagai sumber, termasuk yang dikemukakan oleh beberapa ilmuwan. Neches dan rekannya memberikan definisi awal tentang ontologi, yaitu "Sebuah ontologi merupakan definisi dari pengertian dasar dan relasi vokabulari dari sebuah area sebagaimana aturan dari kombinasi istilah dan relasi untuk mendefinisikan vokabulari".

Gruber menggunakan definisi yang sering digunakan oleh beberapa orang, yaitu "Ontologi

merupakan sebuah spesifikasi eksplisit dari konseptualisme”. Barnaras pada proyek KACTUS memberikan definisi ontologi yang berdasarkan pada pengembangan ontologi. Definisi yang diberikan adalah: ”Sebuah ontologi memberikan pengertian untuk penjelasan secara eksplisit dari konsep terhadap representasi pengetahuan pada sebuah *knowledge base*” [4].

Terdapat buku-buku yang memberikan definisi tentang ontologi, salah satunya adalah ”The *Semantic Web*”. Definisi dari ontologi berdasarkan buku tersebut adalah:

1. Salah satu cabang metafisika yang terfokus pada alam dan hubungan antara makhluk hidup;
2. Teori tentang sifat alami makhluk hidup.

Ontologi merupakan suatu teori tentang makna dari suatu objek, *property* dari suatu objek, serta relasi objek tersebut yang mungkin terjadi pada suatu domain pengetahuan. Pada tinjauan filsafat, ontologi adalah studi tentang sesuatu yang ada. Selain itu, ontologi adalah sebuah konsep yang secara sistematis menjelaskan tentang segala sesuatu yang ada atau nyata. Dalam bidang *Artificial Intelligence* (AI), ontologi memiliki dua pengertian yang berkaitan. Pertama, ontologi merupakan kosakata representasi yang sering dikhususkan untuk domain atau subyek pembahasan tertentu. Kedua, ontologi merupakan suatu *body of knowledge* untuk menjelaskan suatu bahasan tertentu. Secara umum, ontologi digunakan pada *Artificial Intelligence* (AI) dan persentasi pengetahuan. Segala bidang ilmu yang ada di dunia dapat menggunakan metode ontologi untuk dapat berhubungan dan saling berkomunikasi dalam hal pertukaran informasi antara sistem-sistem yang berbeda.

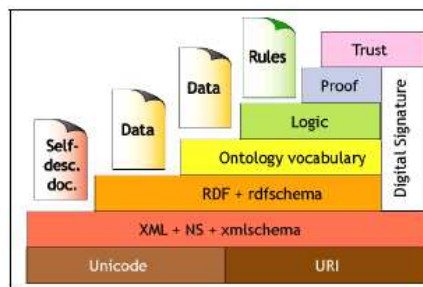
Untuk dapat digunakan, sebuah ontologi harus diekspresikan dalam notasi yang nyata. Sebuah bahasa ontologi adalah sebuah bahasa formal dari sebuah pembuatan ontologi. Terdapat beberapa komponen yang menjadi struktur ontologi, antara lain:

- XML yang menyediakan sintaks untuk keluaran dokumen terstruktur. Akan tetapi, penggunaan *semantic constraints* untuk dokumen XML belum dipaksakan.
- XML Schema, yaitu bahasa yang digunakan untuk pembatasan struktur dari dokumen XML.
- RDF Model, yaitu data untuk objek (*resources*) dan relasi diantaranya. RDF model menyediakan semantik yang sederhana untuk model data tersebut. Data model ini dapat disajikan dalam sintaks XML.
- RDF Schema, yaitu kosa kata yang menjelaskan *properties* dan *classes* sumber

RDF, dengan sebuah semantik untuk hirarki penyamarataan *properties* dan *classes*.

- OWL yang digunakan untuk menambahkan beberapa kosa kata untuk menjelaskan *properties* dan *classes*, antara lain relasi antara *classes* (misalkan *disjointness*), kardinalitas (misalkan 'tepat satu'), *equality*, berbagai tipe dari *properties*, karakteristik dari *properties* (misalkan *symmetry*), dan menyebutkan *classes* secara satu per satu.

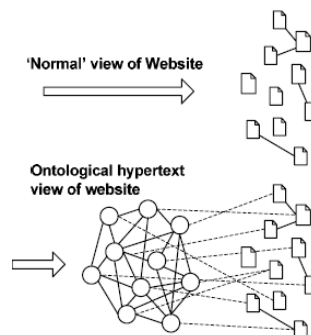
Berbagai bahasa yang menyusun ontologi memiliki kedudukan tertentu dalam struktur ontologi. Setiap *layer* akan memiliki fungsi dan kompleksitas tambahan dari layer sebelumnya. Pengguna yang memiliki fungsi pemrosesan *layer* paling rendah dapat memahami *layer* yang ada di atasnya, meskipun tidak seluruhnya [5].



Gambar 4. Layer Ontologi

Dalam setiap *layer* tersebut, masing-masing bagian memiliki fungsi masing-masing :

- XML memiliki fungsi menyimpan isi halaman web,
- RDF adalah *layer* untuk merepresentasikan semantik dari isi halaman tersebut,
- *Ontology layer* untuk menjelaskan *vocabulary* dari domain,
- *Logic Layer* memungkinkan untuk mengambil data yang diinginkan

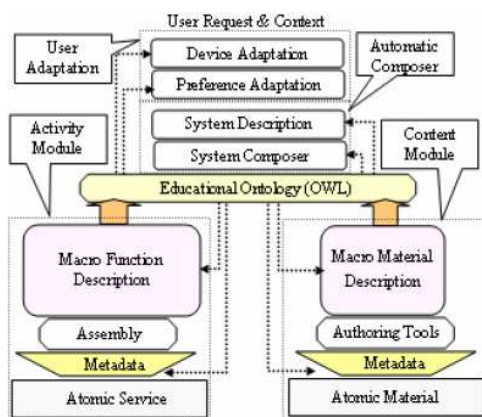


Gambar 5. Ilustrasi perbandingan organisasi *website* yang berbasis ontologi dan *website* yang tidak berbasis ontologi

2.5. OntoEdu

Dalam OntoEdu, ontologi digunakan untuk menggambarkan konsep dari komunikasi dan hubungan antar *platform education*. Di dalam OntoEdu terdapat dua macam ontologi yang terlibat yaitu *content ontology* dan *activity ontology*.

Educational ontology merupakan modul inti untuk mengatur komponen lainnya. Dengan ontologi, OntoEdu dapat “belajar” *knowledge* dari *education specialist* dan juga *information specialist* sehingga secara otomatis dapat mengemasnya menjadi suatu *content* yang sesuai dengan yang diinginkan pengguna (*user request*) [6].



Gambar 6. Layer OntoEdu

Berdasarkan ontologi dan teknologi *semantic web*, akan tercipta sebuah *platform* arsitektur hubungan *education* yang fleksibel yang disebut dengan arsitektur OntoEdu. Terdapat lima komponen dalam OntoEdu ini, yaitu:

- *user adaptation*, yaitu komponen yang menerima parameter dari user berkaitan dengan transformasi adaptasi terhadap sistem
- *auto composition*, yaitu komponen yang bertanggung jawab untuk memberikan penugasan sebagai *response* dari *user*
- *education ontology*, yaitu komponen yang melibatkan *activity ontology* dan *material ontology*
- *service modul*, yaitu model dinamis yang digunakan meningkatkan distribusi *learning*.
- *content modul*, yaitu model dinamis yang digunakan meningkatkan distribusi *content learning*.

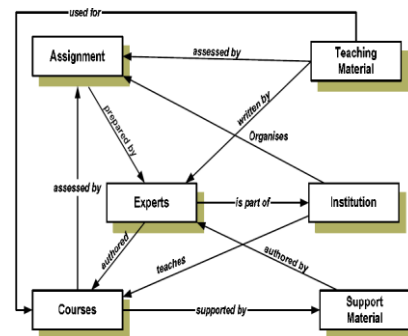
3. Desain Ontologi e-Learning

Berikut dirancang sebuah *prototype e-learning* dengan memanfaatkan ontologi pada *education*, khususnya pada bagian *teaching*. Fasilitas yang akan dicapai adalah sebagai berikut:

- meningkatkan kualitas pembelajaran
- mengarahkan pengajar (penulis) untuk mendapatkan informasi yang relevan
- pembuktian tingkat efektivitas terhadap *retrieval* dari sistem *e-learning* (waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh informasi)
- fasilitas pendukung seperti *search* dan diskusi
- menerapkan kemudahan dalam mengakses ke informasi yang dibutuhkan
- improvisasi pengajaran dan atau pembelajaran oleh *user*

Dalam pembuatan ontologi ini, langkah awal meliputi *searching* dan *browsing* web dan kemudian melakukan kategorisasi terhadap material yang ditemukan sehingga akhirnya diproses dengan identifikasi dan definisi dari *main concept* serta *metadata content* [7]. Hasil dari kategorisasi yang dihasilkan menghasilkan domain *concept* untuk ontologi sebagai berikut :

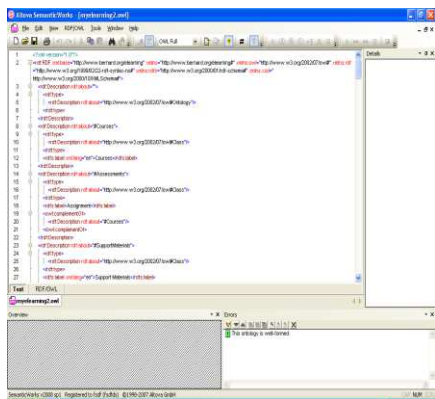
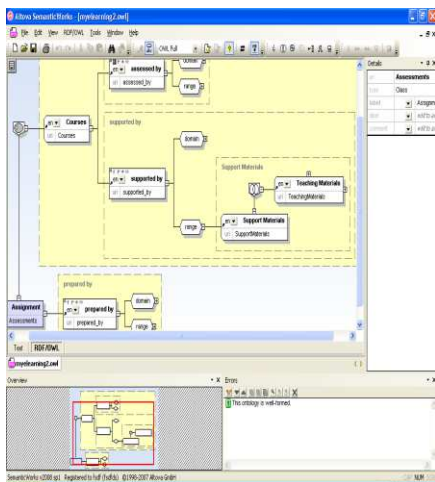
- **Courses:** mengidentifikasi *course* dengan *syllabus*, *notes*, dan *course works*.
- **Teaching material:** mencakup Tutorial (artikel yang menjelaskan secara rinci mengenai tugas-tugas), *Lectures* (*lecture notes* atau *slides* dalam format yang bermacam-macam), *Lab material*, *Book* (*online book*), *Tool* (*software* yang siap digunakan), *Code sample*, *Work example*, dan *White paper*.
- **Assessments:** *Quizzes* (Pertanyaan singkat dengan jawaban singkat), *Multiple Choice Questions* (MCQ), *Exams tests* dengan pertanyaan terbuka, dan bentuk tes lainnya.
- **Support Materials:** *Collections* (meliputi berbagai sumber, seperti *homepage* dan *portal*), *Background readings* (pengetahuan dasar), Forum, dan sumber daya yang dapat mendukung pengajaran
- **Experts:** diidentifikasi sebagai komunitas pengajar yang berpengalaman.
- **Institutions:** mencakup organisasi sumber daya pengajar dan ahli di bidangnya, termasuk juga Universitas/Perguruan Tinggi.



Gambar 7. Skema perancangan ontologi e-learning

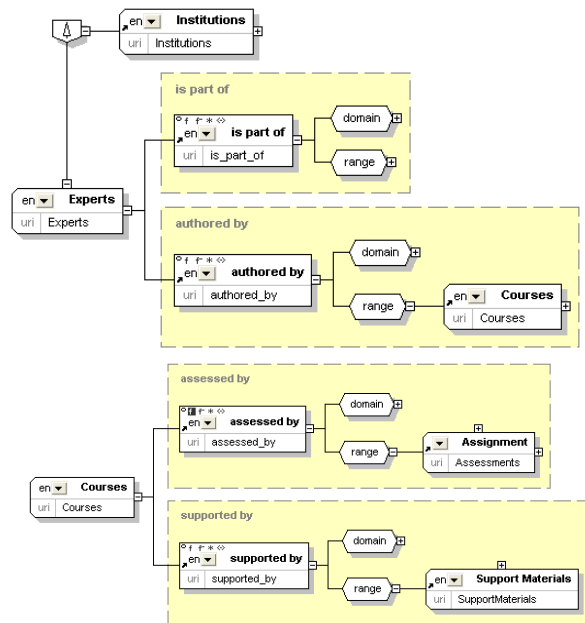
4. Pemanfaatan Tool Altova Semantic Work

Untuk merancang ontologi digunakan tool Altova Semantic Work. Dengan menggunakan Altova Semantic Work, pengembangan ontologi dilakukan dengan gambar-gambar (visual) [8]. Yang dapat dilakukan adalah pembuatan dan perubahan RDF, RDFS, dan OWL, termasuk pemeriksaan sintaksis dan semua yang berhubungan dengan semantik.



Gambar 8. Ontologi berbasis pada web semantik dengan menggunakan format metadata RDF.

Sebagai contoh, ontologi dari Courses dan Expert yang saling terkait adalah sebagai berikut:



Gambar 9. Contoh diagram ontologi dari Courses dan Expert

Bentuk representasi dalam RDF untuk ontologi Courses adalah:

```

<rdf:Description rdf:about="#Courses">
  <rdf:type>
    <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#Class"/>
  </rdf:type>
  <rdf:label xml:lang="en">Courses</rdf:label>
</rdf:Description>
<rdf:Description rdf:about="#Assessed_by">
  <rdf:type>
    <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  </rdf:type>
  <rdf:label xml:lang="en">assessed by</rdf:label>
  <rdf:type>
    <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#FunctionalProperty"/>
  </rdf:type>
  <rdf:domain>
    <rdf:Description rdf:about="#Courses"/>
  </rdf:domain>
  <rdf:range>
    <rdf:Description rdf:about="#Assessments"/>
  </rdf:range>
</rdf:Description>
<rdf:Description rdf:about="#supported_by">
  <rdf:type>
    <rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
  </rdf:type>
  <rdf:label xml:lang="en">supported by</rdf:label>
  <rdf:domain>
    <rdf:Description rdf:about="#Courses"/>
  </rdf:domain>
  <rdf:range>
    <rdf:Description rdf:about="#SupportMaterials"/>
  </rdf:range>
</rdf:Description>
    
```

Gambar 10. Skema RDF ontologi dari Courses dan Expert

Tampak bahwa domain Courses memiliki korelasi berupa property assessed_by dengan domain Assessment dan property support_by dengan domain Support Materials.

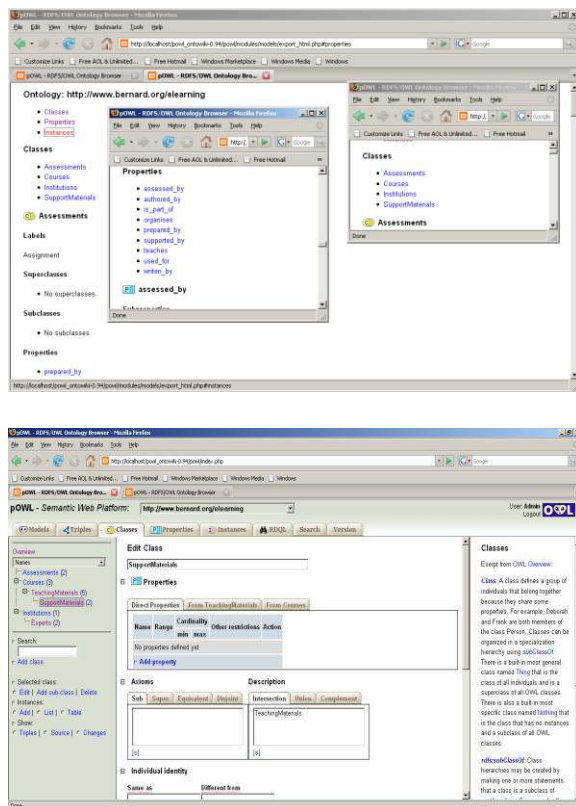
5. Pengujian Ontologi dengan pOWL

Ontologi yang sudah dihasilkan dapat diuji kompatibilitasnya dengan menggunakan pOWL. pOWL merupakan aplikasi berbasis web yang digunakan untuk kolaborasi pembuatan web semantik. pOWL memiliki kemampuan SQL query dan berbasis pada API untuk menangani layer RDF dan RDFS serta OWL.



Gambar 11. Tampilan awal pOWL

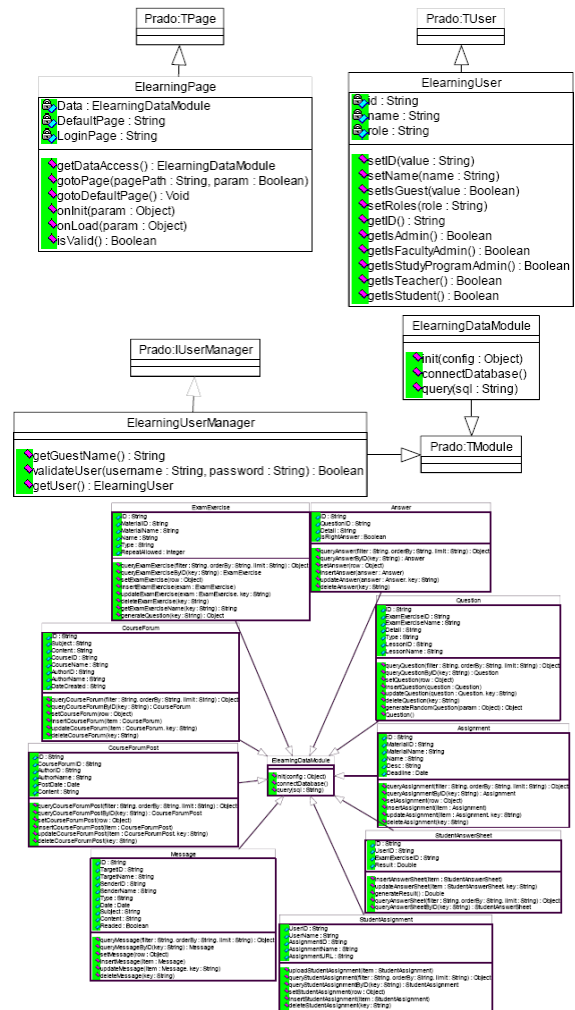
Berikut dapat dilihat hasil dari Class, Properties, dan Instance dari ontologi yang dibuat.



Gambar 12. Tampilan Class, Properties, dan Instance

6. Desain Sistem e-Learning berbasis Ontologi

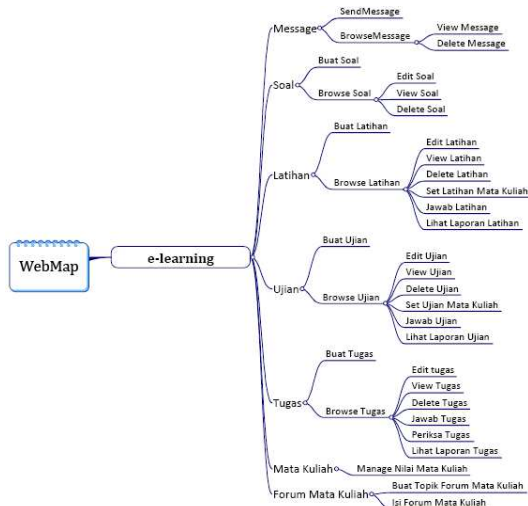
Sistem yang dibangun berbasis pada Object Oriented Programming dengan menggunakan teknologi LAMP serta memanfaatkan framework Prado. Adapun class diagram dari sistem ini adalah sebagai berikut:



Gambar 13. Class diagram sistem yang dibuat

Class ElearningPage merupakan class turunan dari class TPage. Class ElearningPage menyediakan method-method yang berhubungan dengan page (halaman web), seperti perpindahan page, inialisasi page, dan tampilan atau isi page. Berikut ini merupakan deskripsi dari method yang ada pada class ElearningPage: Class TUser. Class ElearningUser merupakan class turunan dari class TUser. Class ElearningUser ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan akan informasi data pengguna yang login. Class ElearningDataModule merupakan

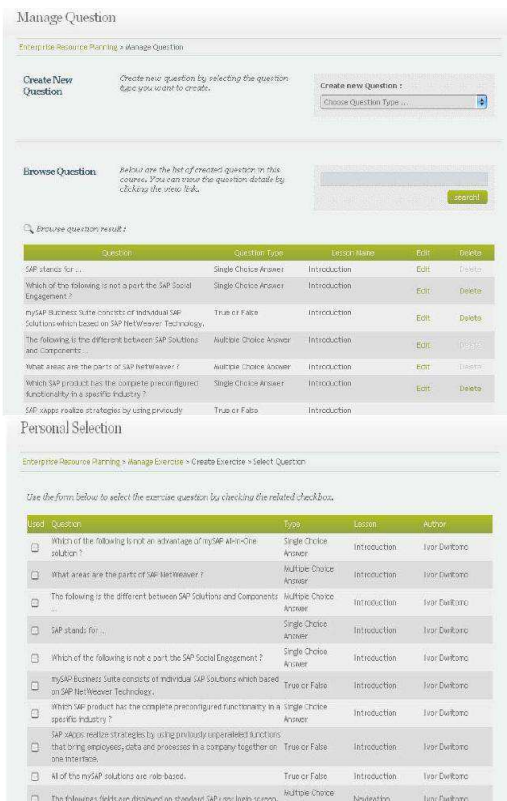
class turunan dari class TModule. Class ELearningDataModule ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan koneksi dengan database.



Gambar 14. Web Map dari sistem e-Learning yang dibangun

6.1. Implementasi Manage Soal

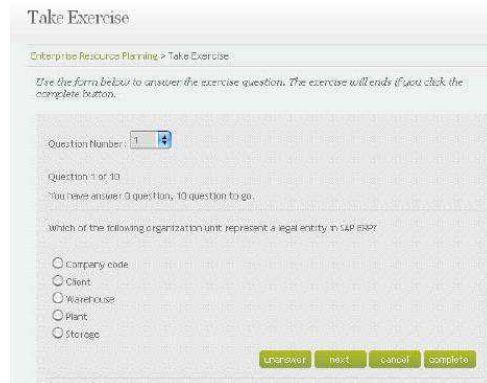
Berikut ini merupakan implementasi user interface Manage Soal dan Pilih Soal Latihan dari aplikasi e-learning yang akan dikembangkan.



Gambar 15. Tampilan Manage Soal

6.2. Implementasi Jawab Latihan

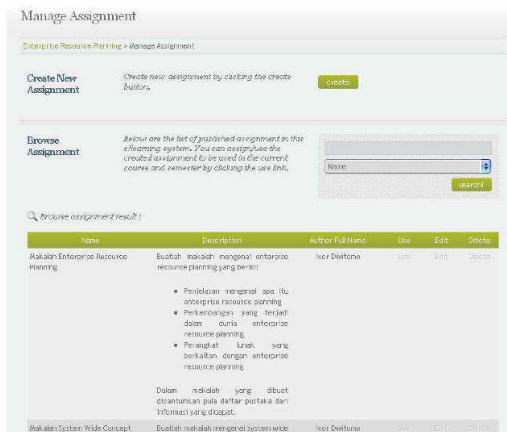
Berikut ini merupakan implementasi user interface Jawab Latihan dari aplikasi e-learning yang akan dikembangkan:



Gambar 16. Tampilan Jawab latihan

6.3. Implementasi Manage Tugas

Berikut ini merupakan implementasi user interface Manage Tugas dari aplikasi e-learning yang akan dikembangkan:



Gambar 17. Tampilan Manage Tugas

6.4. Implementasi Manage Ujian

Berikut ini merupakan implementasi user interface Manage Ujian dari aplikasi e-learning yang akan dikembangkan:



Gambar 20. Tampilan Manage Ujian

7. Kesimpulan dan Saran

Ontologi yang dibuat dalam penelitian ini dapat menciptakan *e-learning* yang terorganisasi dengan baik khususnya dalam hal pemanfaatan *content e-learning*. Untuk ke depannya diharapkan dapat diupayakan perluasan atau pengembangan domain-domain ontologi sehingga dapat menciptakan integritas yang baik dalam sistem *e-learning* itu sendiri ataupun dengan sistem lainnya.

REFERENSI

- [1] Arouna Woukeu, *Ontological Hypermedia in Education: A Framework for Building Web-based Educational Portals*, 2003.
- [2] Chakkrit Snae and Michael Brueckner, *Ontology-Driven E-Learning System Based on Roles and Activities for Thai Learning Environment*, 2007.
- [3] Nophadol Jekjantuk, Md Maruf Hasan, *E-Learning Content Management An ontology-based Approach*, 2007.
- [4] I Wayan Simri Wicaksana, dkk, *Pengujian Tool Ontology Engineering*, 2006.
- [5] Emanuela Moreale and Maria Vargas-Vera, *Semantic Services in e-Learning: an Argumentation Case Study*, 2004.
- [6] Cui Guangzuo, Chen Fei, Chen Hu, Li Shufang, *OntoEdu: A Case Study of Ontology-based Education Grid System for E-Learning*, 2004.
- [7] S.R. Heiyanthuduwege and D. D. Karunaratne, *A Learner Oriented Ontology of Metadata to Improve Effectiveness of Learning Management Systems*, 2006.
- [8] Kerstin Zimmermann, *An Ontology Framework for e-Learning in the Knowledge Society*, 2006.