

# MODEL REPRESENTASI INFORMASI DAN PENGETAHUAN UNTUK PROYEK-PROYEK PERUSAHAAN DENGAN MENGUNAKAN SEMANTIK ONTOLOGI

Azhari<sup>1</sup> Subanar<sup>2</sup> Retantyo Wardoyo<sup>3</sup> Sri Hartati<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Lab Sistem Cerdas, Ilmu Komputer, FMIPA UGM

Email: <sup>1</sup> arisn@ugm.ac.id, <sup>2</sup> subanar@yahoo.com, <sup>3</sup> rw@ugm.ac.id, <sup>4</sup> shartati@ugm.ac.id

## ABSTRACT

*This paper presents the utilization of knowledge management system for information and knowledge model development of enterprise projects. This information and knowledge management model is based on ontology semantic data model. The ontology data model is new technique for representing information and knowledge base on more semantically conception of meanings of objects, their properties, and relations between them that may arise within certain domain knowledge. The concern of the knowledge management model is to ensure that the model allows the process of creation, access, and utilization of data in a semantically manner (for querying process) and information or knowledge of enterprise projects. The experimentation shows that project ontology model has satisfied all consistent, valid, complete, and correct ontology model criteria and can be used for semantic reasoning computation. A prototype of the proposed model can access information and knowledge from the knowledge ontology model.*

**Keywords:** knowledge management system, semantic data model, ontology model, semantiq query, enterprise projects

## ABSTRAK

*Makalah ini menyajikan pemanfaatan pengetahuan sistem manajemen informasi dan pengetahuan pengembangan model proyek enterprise. Informasi dan manajemen pengetahuan model ini didasarkan pada ontologi semantik model data. Ontologi model data adalah teknik baru yang mewakili informasi dan pengetahuan berdasarkan pada konsep semantik makna objek, properti-properti objek, dan hubungan antarobjek yang mungkin timbul dalam domain pengetahuan secara tertentu. Perhatian dari model manajemen pengetahuan adalah untuk memastikan bahwa model memungkinkan proses penciptaan, akses, dan pemanfaatan data dalam cara semantik (untuk proses query) dan informasi atau pengetahuan proyek-proyek perusahaan. Percobaan menunjukkan bahwa proyek model ontologi telah konsisten, valid, lengkap, dan model ontologi kriteria yang benar dan dapat digunakan untuk komputasi semantik penalaran. Sebuah prototipe model yang diusulkan dapat mengakses informasi dan pengetahuan dari pengetahuan model ontologi.*

**Kata Kunci:** sistem manajemen pengetahuan, model data semantik, model ontologi, query semantik, proyek enterprise

Dalam sepuluh tahun terakhir, para peneliti bidang komputasi basisdata dan basis pengetahuan telah mengusulkan pengembangan berbagai pendekatan model data berorientasi kepada semantis. Sasaran utama dari pengembangan tersebut adalah agar data, informasi, dan pengetahuan dapat diolah secara lebih semantis, alamiah, dan general. Saat ini, salah satu diantaranya yang semakin berkembang pesat adalah pendekatan model data semantis berbasis ontologi. Georgiev [1] dan Serra *et al.* [2] menuliskan bahwa model data ontologi telah semakin menunjukkan peranan yang penting pada pengembangan aplikasi-aplikasi internet berbasis semantik web. Back dan Vainikainen [3] menyatakan bahwa melalui model ontologi diharapkan mampu menggambarkan struktur semantis dari suatu domain pengetahuan. Dengan lain kata, pendekatan model data ontologi memungkinkan sebuah sistem dan aplikasi dapat menangani informasi dan memanfaatkan kembali menjadi pengetahuan bagi setiap orang sesuai dengan pola dan minat ketertarikan tertentu yang diinginkannya.

Dewasa ini ontologi semakin sering digunakan sebagai salah satu metode dalam penyimpanan pengetahuan dari berbagai domain untuk pengembangan suatu sistem informasi. Seperti dapat dilihat pada Azhari *et al.* [4] untuk pengelolaan aset intelektual perusahaan teknologi informasi. Kemudian, Osterwalder dan Pigneur [5] digunakan

untuk pemodelaan *eBusiness*, serta Serra *et al.* [2] penyaringan dan pengambilan informasi. Salah satu alasan penggunaan ontologi, menurut Studer [6] dan Sure *et al.* [7], adalah kemampuannya untuk menyediakan pemahaman yang sama dan dapat digunakan untuk berbagi pengetahuan mengenai suatu domain tertentu sesuai minat ataupun menurut cara pandang yang berbeda dari pengguna pengetahuan. Hal ini akan memungkinkan terjadinya komunikasi antara orang dengan sistem aplikasi dalam penerapan model ontologi. Seperti juga ditegaskan oleh Geogiev [1] dan Kishore *et al.* [8] yang menyebutkan bahwa penggunaan ontologi dalam infrastruktur jaringan komputer internet akan mampu lebih meningkatkan proses pelayanan data, informasi, atau-pun pengetahuan perusahaan baik secara internal maupun eks-ternal dalam kerangka pendekatan berbasis sistem manajemen pengetahuan.

Dalam konteks perusahaan, pemanfaatan suatu sistem manajemen pengetahuan, menurut Benjamin [9] dan Mahotra [10], baik pada satu bidang aspek ketertarikan tertentu atau lebih dari satu aspek dapat meningkatkan produktivitas, dan kinerja perusahaan, baik untuk saat ini maupun di masa akan datang. Sebagai contoh, sistem manajemen keترampilan dan keahlian, atau portal pekerja berbasis web secara terpadu mampu meningkatkan pengetahuan, kemampuan belajar mandiri, kinerja setiap para pekerja/pe-

gawai yang terlibat aktif dalam sistem dan perusahaan. Karena melalui pengetahuan dan kemampuan tersebut, perusahaan dapat menciptakan dan mempertahankan nilai lebih yang maksimal dalam kerangka kompetensi utama bisnis. Nilai-nilai lebih tersebut dapat berupa keahlian berbasis teknologi dan bisnis seperti penemuan-penemuan, kecakapan, ketrampilan, atau keahlian praktis-operasional seperti proses-proses, pelatihan, sikap-prilaku, dan penghargaan [11, 12, 13].

Kasus perusahaan berbasis proyek-proyek (*project based organization*), pada umumnya telah merencanakan daftar proyek-proyek dan program-program unggulan perusahaan yang harus dikerjakan untuk suatu periode kurun waktu tertentu. Seperti yang dituliskan oleh Garies [14], perusahaan biasanya menjalankan bisnisnya dengan membagi menjadi bentuk program-program atau proyek-proyek bisnis dan berorientasi pada keuntungan. Setiap proyek bisnis ini dapat berasal dari bisnis perusahaan yang direncanakan dari awal; atau dapat pula berdasarkan pertumbuhan permintaan pelanggan dan nasabah yang terjadi setiap saat terhadap produk tertentu perusahaan. Kemudian sebagian atau semua proyek-proyek tersebut harus dapat dilaksanakan secara sekuensial atau bersamaan oleh beberapa pihak tertentu, misalnya anak perusahaan sendiri, rekanan dari perusahaan lain. Dengan demikian, pengembangan alternatif aplikasi berbasis model manajemen pengetahuan perlu dipertimbangkan untuk digunakan, seperti juga disinggung oleh Surephone *et al.* [15] pada perusahaan industri. Di dalam penelitian ini diusulkan dan dibahas pengembangan sebuah model representasi pengetahuan dan informasi untuk mengelola data maupun informasi proyek-proyek perusahaan secara semantis dalam bentuk model ontologi.

## KAJIAN PUSTAKA

Pemanfaatan dan penerapan model manajemen pengetahuan telah dilakukan pada berbagai persoalan dan bidang dari mulai untuk mendukung pengelolaan dan manajemen pengetahuan dari individual, kelompok, hingga industri dan perusahaan.

Ho *et al.* [16], mengembangkan model manajemen pengetahuan untuk mendukung proses pengembangan dan implementasi sistem *enterprise* secara kolaborasi. Aktivitas kolaborasi memang merupakan satu bagian penting dan banyak dimanfaatkan dari sistem manajemen pengetahuan ini. Menurut hasil penelitiannya, model yang dikembangkan dapat memperkecil atau membantu mendukung proses kolaborasi, terutama setiap saat jika terjadi atau muncul perbedaan-perbedaan persepsi dan pemahaman pada setiap tahap proses pengembangan. Hal ini menunjukkan bahwa model manajemen pengetahuan dapat berfungsi secara baik sebagai media atau alat yang dapat menyamakan perbedaan pandangan dari para pemakainya. Kemudian Denkena *et al.* [17], menerapkan model manajemen pengetahuan dalam perencanaan proses. Sistem komputer untuk membantu proses perencanaan rancangan produk sangat dibutuhkan oleh para pengambil keputusan yang biasanya bekerja secara kolaborasi. Dari konsep model yang dikerjakan mampu menunjukkan peningkatan tahap-tahap proses perencanaan secara komprehensif.

Dalam bidang masalah manajemen proyek, Hameri dan

Puittinen [18] telah mengusulkan pula pengembangan sistem manajemen pengetahuan untuk mendukung proses-proses pekerjaan proyek-proyek teknik yang terdistribusi. Dari hasil penelitian ini, Hameri dan Puittinen [18] dapat meningkatkan proses pengorganisasian informasi proyek dalam bentuk komunikasi dokumen proyek pada aspek pengetahuan untuk interaksi antar pengguna. Kemudian Tserng dan Lin [19] melakukan pengembangan model aktivitas-aktivitas berbasis manajemen pengetahuan untuk proses kontraktor.

Banyak penelitian telah memanfaatkan model manajemen pengetahuan berbasis ontologi untuk mendukung pendekatan model web berbasis semantik [1]. Semantik web merupakan sebuah teknologi yang diharapkan komputer mampu memahami dan memberi respon secara lebih berarti dari setiap informasi dan pengetahuan yang diinginkan berdasar pada konsep metadata atau makna yang terkandung didalamnya. Seperti ditunjukkan oleh Suree-phong *et al.* [15] pada pengklasifikasian rencana pembangunan industri.

## PENGETAHUAN DAN ONTOLOGI

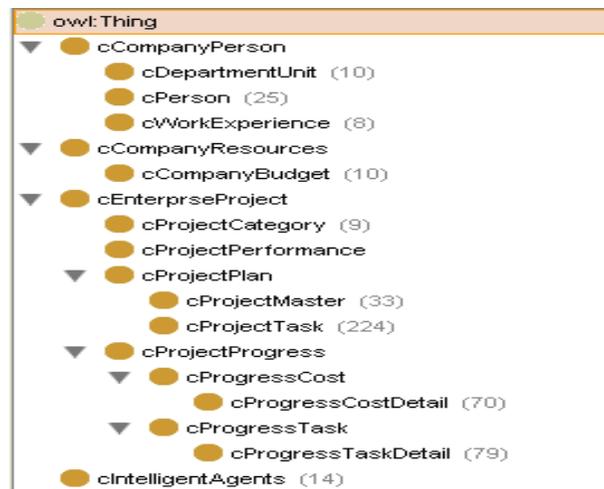
Pengetahuan adalah rangkaian dari informasi dan data yang membentuk jaringan semantik dalam ingatan seseorang. Pengetahuan berbeda dengan data ataupun informasi. Data merupakan representasi dari fakta yang dimodelkan dalam bentuk gambar, kata, dan/atau angka. Informasi adalah rangkaian data yang mempunyai sifat sementara, tergantung dengan waktu, dan mampu memberi kejutan pada penerimanya. Jadi dapat disimpulkan bahwa informasi adalah data yang disertai makna dan penjelasannya, sedangkan pengetahuan adalah informasi ditambah hasil pengolahan kesimpulan [20, 21]. Pada tataran spektrum yang lebih dalam, menurut Cooper [22], selanjutnya menggambarkan secara hierarki pengetahuan menuju ke nilai-nilai moralitas yaitu kebijakan, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.

Menurut Marwick [23], pengetahuan adalah informasi yang memiliki nilai-nilai tambah terkini, relevan, dan dapat diterapkan untuk mencapai tujuan seseorang, kelompok, organisasi atau perusahaan secara optimal berdasarkan aktivitas tindakan langsung dari pengetahuan yang telah dimiliki tersebut. Selanjutnya dalam tulisan Tiwana [24], pengetahuan juga merupakan gagasan, atau pemahaman dari segala sesuatu entitas yang digunakan untuk bertindak dan mencapai maksud, makna atau tujuan dari entitas tersebut. Pengetahuan dapat juga merupakan rekaman seseorang yang disimpan dalam bentuk pengalaman, proses-proses, produk-produk, fasilitas-fasilitas, sistem, dan dokumentasi secara organisasi, dan sebagainya.

Terdapat dua jenis pengetahuan dapat ditangkap oleh suatu sistem [22, 25, 12], yaitu pengetahuan tasit (*tacit knowledge*) dan eksplisit (*explicit knowledge*). Pengetahuan tasit (implisit) adalah pengetahuan yang susah dijabarkan dengan kata-kata, misalnya ide-ide, gagasan yang tidak langsung dapat ditangkap, dan terletak di dalam pikiran seseorang. Pengetahuan implisit dimengerti dan digunakan secara tidak sadar, sulit untuk dijelaskan dengan kata-kata, dibangun dari pengalaman dan tindakan yang langsung, serta biasanya dibagi melalui percakapan yang bersifat interaktif ataupun pada saat berbagi pengalaman. Namun,



Gambar 1: Hubungan data, fakta, informasi, dan pengetahuan



Gambar 2: Hirarki kelas ontologi proyek

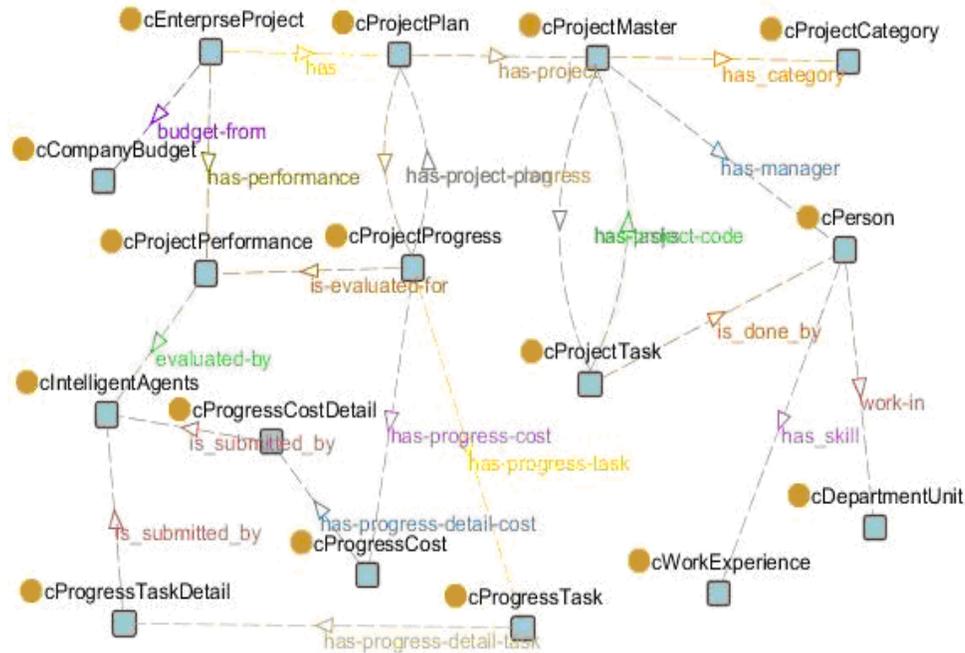
pengetahuan eksplisit dinyatakan di dalam bentuk kata-kata, seperti prosedur, instruksi pekerjaan, atau dokumentasi.

Dalam konteks *knowledge management system* (sistem manajemen pengetahuan), menurut tulisan Liao [12] *Knowledge Management*, dapat diartikan dari dua kata penyusunnya yaitu "knowledge" dan "management". **Knowledge** (pengetahuan) adalah data dan informasi yang digabung dengan kemampuan, intuisi, pengalaman, gagasan, motivasi dari sumber yang kompeten. Pengetahuan bisa berasal dari banyak hal, seperti koran, majalah, email, e-artikel, *mailing list*, *e-book*, kartu nama, iklan, dan manusia. Akan tetapi, **Management** (manajemen) adalah suatu cara untuk merencanakan, mengumpulkan dan mengorganisasi, memimpin dan mengendalikan sumber daya untuk suatu tujuan. Dengan demikian, **Knowledge Management** adalah merencanakan, mengumpulkan dan mengorganisasi, memimpin dan mengendalikan data dan informasi yang telah digabung dengan berbagai bentuk pemikiran dan analisis dari macam-macam sumber yang kompeten.

Sebuah sistem pengetahuan dapat disimpan, disajikan dan ditampilkan dalam banyak bentuk, seperti taksonomi, semantik, ontologi [3]. Telah banyak peneliti mengemuka-

kan definisi ontologi di dalam sebuah literatur. Misalnya di dalam tulisan Kishore *et al.* [8] dituliskan bahwa ontologi dapat dianggap sebagai deskripsi formal suatu domain wacana pengetahuan tertentu (atau sebagai konsep), dan direpresentasikan sebagai *class* yang menggambarkan karakteristik umum individual, *property individual* menentukan fitur dan atribut umum dari konsep *slot/role*, dan batasan pada *slot* disebut *facet (role restriction)*. Dalam tulisan Osterwalder dan Pigneur [5] disebutkan bahwa ontologi adalah spesifikasi eksplisit dari konseptualisasi yang membuat konsep lebih spesifik dengan menggunakan konsep dan *role* lain.

Swartout *et al.* [26] mendefinisikan ontologi adalah sekumpulan istilah terstruktur secara hirarki untuk menjelaskan sebuah *domain* yang dapat digunakan sebagai kerangka dasar sebuah basis pengetahuan. Menurut Neches *et al.* [27], sebuah ontologi merupakan definisi dari pengertian dasar dan relasi vokabulari dari suatu area pengetahuan termasuk bagaimana aturan dari kombinasi istilah dan relasi untuk mendefinisikan vokabulari. Kemudian, Bernaras *et al.* [28] menyebutkan bahwa sebuah ontologi memberikan cara untuk menjelaskan secara eksplisit konsepsi yang



**Gambar 3:** Relasi antar kelas ontologi proyek

terkandung dari representasi pengetahuan suatu basis pengetahuan. Studer *et al.* [6] menyatakan bahwa sebuah ontologi adalah spesifikasi formal, dan eksplisit dari konsepsi bersama. Selanjutnya Osterwalder dan Pigneur [5] menjelaskan bahwa ontologi adalah spesifikasi eksplisit dari konseptualisasi yang membuat konsep lebih spesifik dengan menggunakan konsep dan *role* lain.

Menurut Serra *et al.* [2] ontologi juga merupakan teori tentang makna dari suatu objek, properti dari suatu objek, serta relasi objek tersebut yang mungkin terjadi pada suatu *domain* pengetahuan. Dengan demikian, suatu model ontologi pengetahuan dapat menggambarkan struktur dan semantik dari tipe dokumen, agar pengetahuan seseorang terhadap suatu dokumen menjadi tidak terbatas hanya dengan pencarian berdasarkan *keywords*, tetapi dapat digabungkan dengan keterhubungan antar dokumen.

Selanjutnya, Thunkijjanukij *et al.* [29] menuliskan bahwa untuk merancang dan membangun ontologi juga perlu diperhatikan kriteria-kriteria berikut: (1) *clarity and Objectivity*, ontologi harus dipersiapkan dengan arti yang merupakan definisi istilah sebagai definisi tujuan (*objective*) dalam sebuah dokumentasi, (2) *completeness*, definisi dinyatakan dalam istilah yang penting dan memadai, (3) *coherence*, konsistensi dalam pemberian definisi, (4) *consistency*, memungkinkan melakukan pengecekan silang dengan hal yang kontradiksi dari definisi yang valid, (5) meminimalkan jarak semantik dengan konsep *sibling*, (6) memaksimalkan *extendible* dari definisi, (7) meminimalkan komitmen ontologi, dan (8) standarisasi nama jika ini memungkinkan.

## UJI COBA

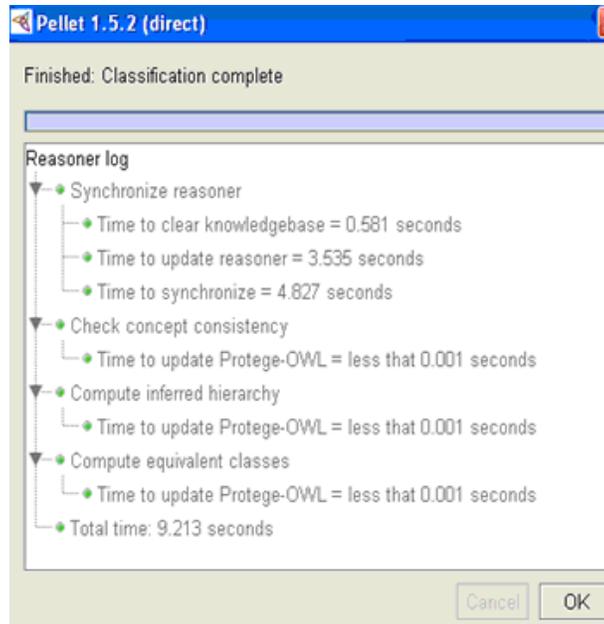
### Pemodelan Ontologi Proyek

Dalam penelitian ini, model manajemen pengetahuan untuk memfasilitasi pemrosesan dari informasi dan pengetahuan proyek-proyek perusahaan telah dibangun menggunakan perangkat lunak bantu protege OWL.

Model ontologi proyek dibangun dalam beberapa entitas kelas-kelas dan subkelas-subkelas, misalnya kelas "cEnterpriseProjets" dengan sub-sub kelasnya "cProjectCategory", "cProjectPlan", "cProjectProgress", dan "cProjectPerformance". Pada kelas "cProjectPlan" disusun dengan dua sub kelas, yaitu "cProjectMaster" dan "cProjectTask". Lebih detail Hirarki kelas ontologi proyek ini seperti diperlihatkan pada Gambar 2. Pada gambar tersebut juga terlihat jumlah individu dari setiap kelas yang telah ditambahkan sebagai data pengetahuan ekperimental. Misalnya, jumlah individu dari kelas "cProjectMaster" adalah 33, "cProjectCategory" adalah 9.

Hubungan antar setiap individu dari entitas tersebut didefinisikan sebagai obyek *property* atau *slot*. Misalnya, *property* "has-task" dimaksudkan sebagai *slot (object property)* dengan *domain* "cProjectMaster" dan untuk range individu dari "cProjectTask".

Ini berarti terdapat himpunan yang berisi setiap anggota dari "cMasterProject" memiliki beberapa anggota pada kelas "cProjectTask". *Slot* yang lain adalah "has-project-plan", "has-project-progress", "is-evaluated-for", dan seterusnya diperlihatkan pada Gambar 3. Pada Gambar 3 diperlihatkan hubungan seluruh entitas kelas-kelas dari ontologi proyek ini. Hubungan tersebut dimodelkan berdasarkan pada prinsip bahwa semua *slot* saling terkait pada aspek atau konsepsi pengetahuan semantis dari entitas kelas.



Gambar 4: Hasil pengujian *file* OWL ontologi proyek

Results	
	class
owl:Class	
owl:DataRange	
owl:Ontology	
owl:DatatypeProperty	
owl:FunctionalProperty	
owl:ObjectProperty	
rdfs:Class	
cIntelligentAgents	
cCompanyBudget	
cDepartmentUnit	
cPerson	
cProgressCostDetail	
cProgressTaskDetail	
cProjectCategory	
cProjectMaster	
cProjectTask	
cWorkExperience	

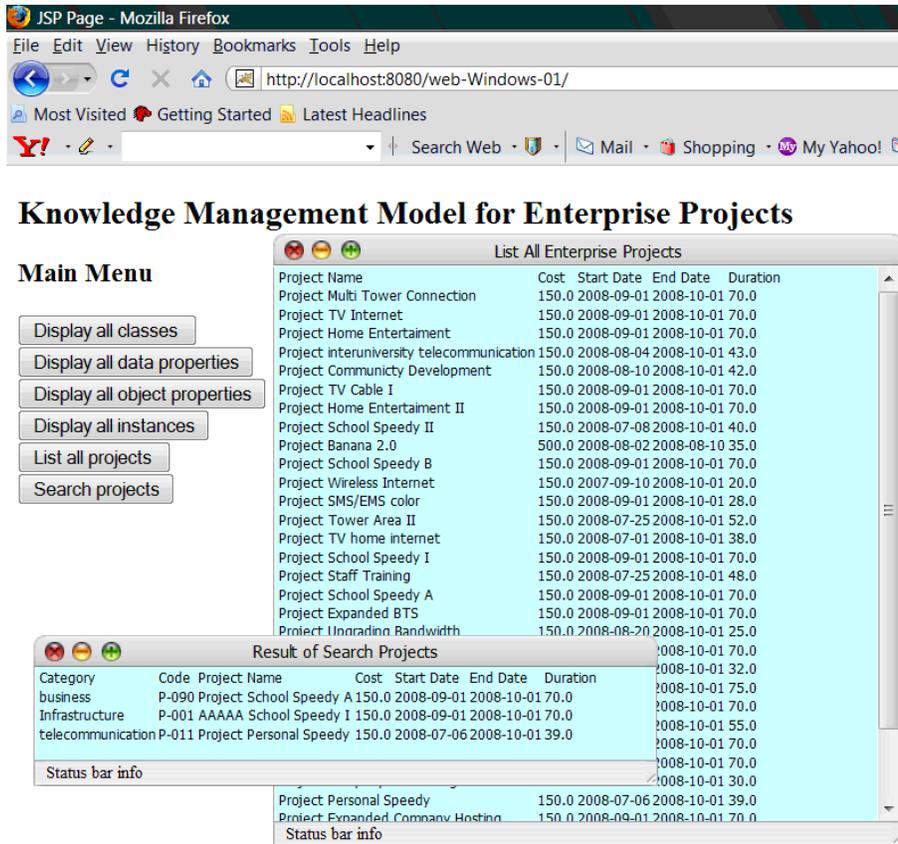
Gambar 5: Hasil *query* kelas-kelas yang *disjoint*

### Pengujian Model Ontologi Proyek

Hasil pembuatan ontologi pengetahuan proyek-proyek perusahaan adalah berupa *file* teks berjenis OWL. *File* OWL ini perlu diuji untuk melihat konsistensi, kelengkapan, dan kesesuaian struktur metadata dan isinya sehingga dapat digunakan oleh mesin pencari atau komponen penalaran ontologi dengan baik dan mudah. Pengujian penalaran pengetahuan semantis dari ontologi proyek dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Deskripsi Logic (DL *query*), dan SPARQL. Dari hasil pengujian *file* OWL ontologi proyek dengan menggunakan mesin penalar "Pellet OWL Reasoner", dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil ini menun-

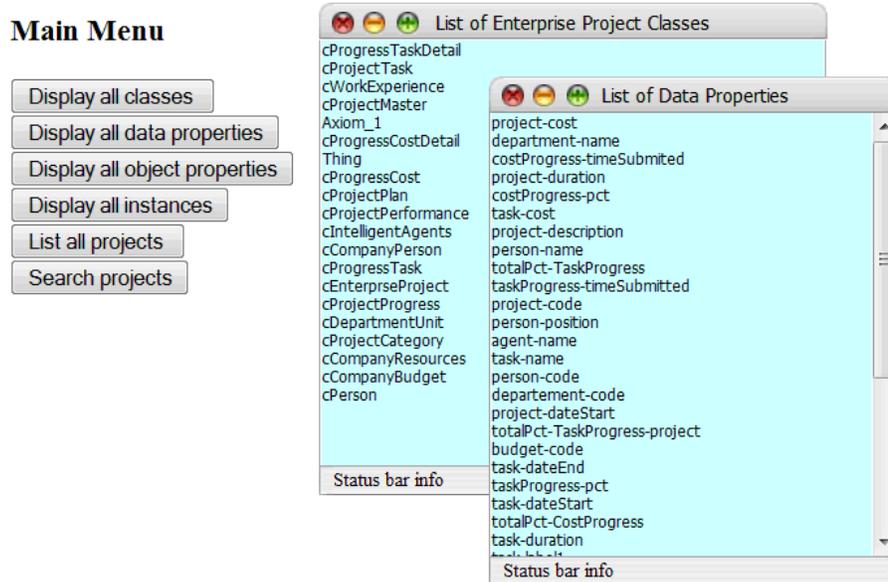
jukkan bahwa konsep atau metadata dan isi dari ontologi ini telah konsisten, terklasifikasi lengkap, sinkron, dan dapat dilakukan inferensi.

Berikutnya adalah beberapa pengujian yang dilakukan dengan menggunakan SPARQL. Pengujian-pengujian dari *query* ini selanjutnya dapat digunakan untuk pengembangan sebuah aplikasi pencarian pengetahuan informasi perkembangan proyek-proyek semantis berbasis web, melalui pengembangan antarmuka pengguna yang memadai.



Gambar 6: Tampilan daftar semua proyek

## Knowledge Management Model for Enterprise Projects



Gambar 7: Tampilan daftar ontologi kelas dan data *pro-perties*

Pengujian dilakukan untuk melihat apakah semua kelas-kelas saling *disjoint* dapat digunakan perintah *query* berikut, dan hasilnya diperlihatkan pada Gambar 5. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kelas-kelas dalam ontologi ini memang saling asing.

```
SELECT DISTINCT ?class
WHERE {?subject predicate ?class}
order by ?subject
```

### Prototip dan Pembahasan Hasil

Setelah berhasil membangun model ontologi dan menguji dengan berbagai perintah SPARQL, dibangun sebuah prototip aplikasi untuk mengakses model ontologi proyek tersebut. Pada Gambar 6 diperlihatkan hasil sebuah tampilan dari prototip model manajemen pengetahuan untuk proyek ketika dijalankan. Pada gambar terlihat menu-menu "display all class", "display all data pro-perties", "display all object properties", "list all project", dan "search projects". Di dalam Gambar 6, juga terlihat *windows* informasi daftar semua proyek-proyek ketika menu "list all project" dipilih, dan *windows* hasil pencarian proyek dengan kata kunci "Speedy" ditampilkan dibawahnya setelah memilih menu "search project".

Pada Gambar 7 diperlihatkan pula tampilan dari prototip ini untuk menampilkan informasi daftar kelas-kelas yang terdapat dalam ontologi proyek, misalnya kelas "cProgressTaskDetail", "cProjectTask", dan seterusnya. Pada *windows* disebelahnya diperlihatkan pula daftar semua data properties dari kelas-kelas, misalnya "project-cost", "department-name", dan seterusnya.

Dari pengujian model dan tampilan-tampilan hasil prototip ini dapat dikatakan bahwa model ontologi proyek-proyek perusahaan ini telah dapat mendukung proses manajemen pengetahuan dalam bentuk semantik web, karena link-link berikutnya dalam ontologi dapat pula dilanjutkan dari setiap komponen item dari tampilan tersebut. Di samping itu, konsep atau metadata dan isi dari ontologi proyek ini telah konsisten, terklasifikasi lengkap, sinkron, dan dapat dilakukan inferensi.

### SIMPULAN

Berdasarkan sampel data eksperimental dan prototip aplikasi yang diujicobakan terhadap model ontologi proyek perusahaan ini dapat dikatakan bahwa model sudah tepat dan relevan untuk menyajikan informasi dan pengetahuan pada kasus proyek-proyek perusahaan. Model ontologi pengetahuan ini dapat diterapkan pada pengelolaan dan pengolahan data, informasi, dan pengetahuan untuk proyek-proyek perusahaan. Ontologi yang dibangun juga telah memenuhi semua kriteria model ontologi yang konsisten, valid, lengkap, dan benar, serta dapat dimanfaatkan untuk proses komputasi penalaran secara semantik. Model telah menunjukkan dukungan dengan yang baik untuk melakukan proses *query* data proyek secara semantik dari relasi pengetahuan proyek yang dikonstruksikan.

### DAFTAR PUSTAKA

[1] Georgiev, I.: *Ontology Modelling for Semantic Web-driven Application*. In: International Conference

on Computer Systems and Technologies, CompSys-Tech'2005 (2005) II8.1-II8.6

- [2] Serra, I., Girardi, R., Silva, J.: *An Ontology-based Domain Model for Information Filtering and Retrieval*. In: Proceedings of the 4th Brazilian Computing Congress (CBCOMP 2004), Itajaí, Santa Catarina, Brasil (2004)
- [3] Bäck, A., Vainikainen, S.: *Ontologies for Knowledge Management and Personalisation in Working and Learning Applications*. Technical report, VTT Information Technology (2003) TTE4-2003-38.
- [4] Azhari, Subanar, Wardoyo, R., Hartati, S.: *Penerapan Sistem Manajemen Pengetahuan Berbasis Ontologi untuk Pengelolaan Aset Intelektual pada Perusahaan Teknologi Informasi*. In: Prosiding Seminar Riset Teknologi Informasi 2006 (SRITI 2006), Pemanfaatan Teknologi Informasi Dinegara Berkembang, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer AKAKOM, Yogyakarta (2006) 293-300
- [5] Osterwalder, A., Pigneur, Y.: *An eBusiness Model Ontology for Modeling eBusiness*. 15th Bled Electronic Commerce Conference eReality: Constructing the eEconomy Bled (2002) 36-56
- [6] Studer, R., Benjamins, V., Fensel, D.: *Knowledge Engineering: Principles and Methods*. In: Data and Knowledge Engineering. Volume 25. (1998) 161-197
- [7] Sure, Y., Studer, R.: *A Methodology for Ontology-based Knowledge Management, in J. Davies, D. Fense, F. Harmelen*. Towards the Semantic Web: Ontology-driven Knowledge Management (2003)
- [8] Kishore, R., Ramesh, R., Sharman, R.: *Computational Ontologies: Foundations, Representations, and Methods*. In: in Ninth Americas Conference on Information Systems (AMCIS), Tampa, Florida (2003) 3178-3189
- [9] Benjamins, V.R.: *Knowledge Management in Knowledge-Intensive Organizations*. European Journal of Operational Research (2001)
- [10] Mahotra, Y.: *Knowledge Management for E-Business Performance: Advancing Information Strategy to Internet Time*. In: The Executive's Journal of Information Strategy. Volume 16. (2000) 5-16
- [11] Leidner, D., Alavi, M.: *Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research*. In: INSEAD-MIS Quarterly. Volume 25. 107-136
- [12] Liao, S.: *Knowledge Management Technologies and Applications-Literature Review from 1995 to 2002*. In: Expert Systems with Applications. Volume 25. (August 2003) 155-164

- [13] Pollalis, Y.A., Dimitriou, N.K.: *Knowledge Management in Virtual Enterprises: A Systemic Multi-Methodology Towards the Strategic Use of Information*. In: International Journal of Information Management. Volume 28. (August 2008) 305–321
- [14] Garies, R.: *Profesional Project Portfolio Management*. Technical report, IPMA Word Congress, Berlin (2002)
- [15] Sureephong, P., Chakpitak, N., Ouzrout, Y., Bouras, A.: *An Ontology-based Knowledge Management System for Industry Clusters*. [http://eastwest.inf.brad.ac.uk/document/publication/Annex4f-XTYReformattedICADAM\\_EASTWEST\\_pradorn.pdf](http://eastwest.inf.brad.ac.uk/document/publication/Annex4f-XTYReformattedICADAM_EASTWEST_pradorn.pdf) (2008) diakses pada 20 Juni 2009.
- [16] Ho, C., Chen, Y., Chen, Y.J., Wang, C.: *Developing A Distributed Knowledge Model for Knowledge Management in Collaborative Development and Implementation of An Enterprise System*. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing **20**(5) (October 2004) 439–456
- [17] Denkena, B., Shpitalni, M., Kowalski, P., Molcho, G., Zipori, Y.: *Knowledge Management in Process Planning*. Annals of the CIRP **56** (2007) 175–180
- [18] Hameri, A., Puitinen, R.: *WWW-enabled Knowledge Management for Distributed Engineering Projects*. Computers in Industry **50**(2) (February 2003) 165–177
- [19] Tserng, H.P., Lin, Y.: *Developing An Activity-Based Knowledge Management System for Contractors*. In: Automation in Construction. Volume 13. (November 2004)
- [20] Mineau, G.W., Missaoui, R., Godinx, R.: *Conceptual Modeling for Data and Knowledge Management*. In: Data & Knowledge Engineering. Volume 33. (May 2000) 137–168
- [21] Smith, P.: *An Introduction to Knowledge Engineering*. International Thomson Computer Press (1997)
- [22] Cooper, P.: *Knowledge management*. Anaesthesia and Intensive Care Medicine **8**(12) (2007) 516–517
- [23] Marwick, D.: *Knowledge Management Technology*. In: IBM System Journal. Volume 40.
- [24] Tiwana, A.: *The Knowledge Management Toolkit*. First edition edn. Prentice Hall PTR (1999)
- [25] Lai, L.F.: *A Knowledge Engineering Approach to Knowledge Management*. In: Information Sciences. Volume 177. (October 2007) 4072–4094
- [26] Swartout, B., Patil, R., Knight, K., Russ, T.: *Toward Distributed Use of Large-Scale Ontologies Ontological Engineering*. AAAI-97 Spring Symposium Series (1997) 161–197
- [27] Neches, R., Fikes, R., Finina, T., Gruber, T., Patil, R., Senator, T., Swartout, W.R.: *Enabling Technology for Knowledge Sharing*. AI Magazine (1991) 36–56
- [28] Bernaras, A., Laresgoiti, I., Correra, J.: *Building and Reusing Ontologies for Electrical Network Applications*. In: 12th European conference on Artificial Intelligence, Ed. John Wiley & Sons, Ltd (1996) 298–302
- [29] Thunkijjanukij, A., Kawtrakul, A., Panichsakpatana, S., Veksommai, U.: *Developing Rules and Criteria for Rice Ontology Construction*. In: International Journal of Metadata, Semantics and Ontologies. Volume 4. (May 2009)