

Repositori Pengetahuan Berbasis Ontologi pada Manajemen Laboratorium Praktikum Secara Online

Prisa Marga Kusumantara¹, Tri Lathif Mardi Suryanto², Yesi Novia³

Sistem Informasi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jatim, Surabaya^{1,2}

email: prisamarga.si@upnjatim.ac.id

Teknik Informatika, Universitas Ma'arif Hasyim Latif, Sidoarjo³

Abstrak

Ontologi sebagai domain pengetahuan dalam penunjang teknologi web semantik (web 3.0) dewasa ini telah banyak dikembangkan dan dimanfaatkan untuk sistem repositori pengetahuan. Sementara itu, sistem informasi manajemen pada umumnya masih menggunakan ER-Diagram sebagai domain pengetahuan (basisdata). Pada studi kasus sistem informasi manajemen laboratorium praktikum di sebuah kampus, salah satu permasalahannya adalah terletak pada fitur pencarian data yg kurang flexibel dalam menghadirkan informasi yang lebih kaya. Jika setiap tema informasi membutuhkan satu form/filter yang unik, maka tentu akan membutuhkan banyak sekali form pencarian. Berdasarkan permasalahan tersebut, sebagai pendekatan yang berbeda, diperlukan sistem repositori pengetahuan yang berbasis ontologi pada kasus manajemen laboratorium praktikum yang dibangun dilingkungan web server dan berjalan secara online. Tahapan awal adalah menganalisis permasalahan dan analisis kebutuhan class dan property agar dapat ditentukan kontruksi ontologi yang relevan. Berikutnya adalah desain basisdata dimana susunan tuple/atributnya telah dipetakan menjadi bentuk N-Triple (subjek-predikat-objek) agar dapat menambahkan pengetahuan berupa anotasi semantik pada ontologi yang ada. Berdasarkan sample dataset yang ada, pengujian fitur pencarian semantik pada sistem repositori pengetahuan dilakukan dengan mengajukan beberapa pertanyaan melalui query SPARQL. Sistem repositori pengetahuan manajemen laboratorium praktikum telah berjalan via web server secara online. Berbasis pengetahuan dari ontologi yang ada, antarmuka sebuah objek textarea pada form pencarian telah berhasil mengakomodasi semua pertanyaan semantik user (query SPARQL) secara lebih flexibel dan pada akhirnya mampu menghasilkan luaran informasi yang lebih kaya. namun begitu, antarmuka form pencarian perlu didesain secara lebih user-friendly.

Kata Kunci: informasi, semantik, sparql, triple, web

1. Pendahuluan

Ontologi hadir sebagai sebuah alternatif baru dalam mengelola domain pengetahuan selain sebagai mendukung teknologi semantik web (web 3.0) itu sendiri.

Beberapa penelitian sebelumnya, terutama di Indonesia telah mengimplementasikan aplikasi berbasis ontologi, hanya saja pada umumnya ontologi masih diperuntukkan pencarian objek seperti catalog dimana manajemen pengetahuan masih bersifat statis (misal : pencarian catalog perpustakaan). Ontologi juga sering diimplementasikan pada sistem berbasis pengetahuan seperti repositori pengetahuan (selain sistem pakar) yang kebanyakan dibangun dalam lingkungan desktop/lokal dengan menggunakan tools/framework (misal : Protege, Jena). Pengembangan aplikasi ontologi dalam lingkungan web/mobile dirasa masih jarang. Seperti yang dilakukan oleh Rahmawati (2012) dan Ginting (2010). Keduanya membuat sistem repository

pengetahuan berbasis ontologi pada tanaman obat dimana sistem berjalan di lingkungan desktop dengan bantuan tools/framework JENA, Protégé.

Pemrosesan data adalah permasalahan rutin yang dibutuhkan organisasi dan harus dibangun sesegera mungkin dalam rangka menghasilkan informasi yang akurat. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah Sistem Informasi Manajemen yang dapat mendukung tugas secara cepat dan tepat yaitu sistem komputer beserta pemrosesan data yang dapat memberikan kemudahan dan keuntungan dalam pemrosesan, penyimpanan, penampilan, dan analisis dalam menghasilkan informasi yang cepat dan akurat.

Susanti dan Arifin (2012) telah mengembangkan sistem informasi administrasi dan manajemen untuk membantu dalam pembuatan laporan yang berkaitan dengan pemrosesan aktifitas dan inventori laboratorium di program studi Sistem Informasi Universitas Sunan Muria Kudus. Adapun implementasi dari hasil perancangan

adalah menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL server yang dibangun untuk menciptakan program aplikasi dengan performa yang lebih user friendly.

Romzi (2014) menyatakan bahwa Unit Pelaksana Teknis (UPT) Komputer AKMI Baturaja, merupakan unit yang membawahi sejumlah laboratorium komputer yang ada di AKMI Baturaja. Tugas unit ini antara lain yaitu: memastikan kondisi laboratorium komputer berfungsi dengan baik serta merencanakan keberadaan pendukung teknologi informasi untuk menunjang seluruh kegiatan yang ada pada kampus. Seiring perkembangan teknologi komputer, pengolahan data inventaris tentunya dapat lebih mudah dilakukan dengan bantuan komputer beserta sistem informasi pendukungnya. Romzi (2014) telah menghasilkan rancangan sistem informasi inventaris yang nantinya dapat digunakan untuk dasar pembuatan sistem informasi tersebut.

Kedeo,dkk (2015) telah mengembangkan Sistem informasi manajemen (SIM) yang dapat membantu kegiatan pengelolaan laboratorium Jurusan Teknik Elektro Udayana. Aplikasi sistem informasi manajemen laboratorium ini berbasis web dengan bahasa pemrograman PHP. Sistem informasi manajemen laboratorium berbasis web ini dibagi menjadi dua aplikasi yaitu back-end dan front-end. Aplikasi back-end berfungsi khusus untuk melakukan manajemen laboratorium sesuai hak akses dari user, data-data akan tersimpan pada database MySQL. Data yang tersimpan akan terpublikasi pada aplikasi front-end.

Tabel 1 : Perbandingan dasar domain pengetahuan antar sistem manajemen praktikum

	Susanti, arifin, 2012	Romzi, 2012	Kedeo, 2015	Prisa, 2017
Domain pengetahuan (dataset)	ERD	ERD	ERD	Ontologi
Lingkungan	web	desktop	web	web

Tabel 2 : Perbandingan platform sistem repositori pengetahuan berbasis ontologi

	Ginting, 2010	Rahmawati, 2010	Prisa, 2017
tools	JENA	Protege	PHP+Mysql
environment	desktop	desktop	web

Persamaan dari beberapa peneliti sebelumnya adalah bahwa sistem manajemen praktikum laboratorium dibangun atas dasar domain pengetahuan dataset ER-Diagram. Sedangkan pada penulis kali ini akan menggunakan pendekatan ontologi sebagai dasar domain pengetahuan / dataset dari sistem manajemen praktikum laboratorium yang akan dibangun.

Perbedaan domain pengetahuan dataset yang

digunakan pada beberapa penelitian sistem informasi manajemen laboratorium sebelumnya terlihat pada tabel 1. Sedangkan perbedaan platform yang digunakan pada penelitian sistem repositori pengetahuan sebelumnya diperlihatkan Tabel 2.

Repositori Pengetahuan

Repositori pengetahuan adalah sebuah sistem yang terkomputerisasi yang dapat menangkap, mengatur dan megkategorikan pengetahuan. Sebuah repositori merupakan kumpulan pengetahuan pada suatu domain pengetahuan. Repositori pengetahuan dibangun dengan tujuan untuk memudahkan para peneliti dalam mencari referensi sesuai dengan ruang lingkup laboratorium penelitian. Dengan knowledge repository, pengguna dapat dengan mudah mendapatkan pengetahuan tertentu dari suatu domain pengetahuan yang diinginkan” Ginting (2010).

Ontologi

Berners-Lee (1998). 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”

Natalya F. Noy and Deborah L. McGuinness (2000) memaparkan definisi Ontologi yaitu “Deskripsi formal yang eksplisit dari konsep dalam domain wacana (kelas (kadang disebut konsep)), sifat dari masing-masing konsep yang menjelaskan berbagai fitur dan atribut dari konsep (slot (kadang disebut peran atau properti)), dan pembatasan slot (aspek (kadang disebut pembatasan peran))”

Dari berbagai pandangan tentang ontologi, dapat diberikan pengertian ontologi dalam lingkungan semantik sebagai kumpulan istilah dan beberapa spesifikasi dari arti yang bersangkutan, termasuk definisi dan konsep hubungan struktur pada sebuah domain dan batasan yang mungkin dalam interpretasi suatu istilah.

Komponen ontologi dalam Wicaksana (2004) terdiri dari :

1. Konsep (Concept)

Concept (juga dikenal sebagai classes, object dan catagories) menjelaskan konsep-konsep suatu domain. Sebuah konsep terdiri dari obyek-obyek yang merupakan penjelasan dari tugas, fungsi, aksi, strategi, dan sebagainya. Sebuah kelas juga bisa memiliki subkelas yang akan mempresentasikan konsep yang lebih spesifik daripada superkelasnya

2. Relasi (relation)

Merupakan representasi sebuah tipe dari interaksi antara konsep dari sebuah domain. Secara formal dapat didefinisikan sebagai subset dari sebuah

produk dari n set, $R:C1 \times C2 \times \dots \times Cn$. Sebagai contoh dari relasi binari termasuk subclass-of dan connected-to. Relasi harus mampu mendefinisikan hubungan dari entitas yang ada.

3. Fungsi (functions)

Adalah sebuah relasi khusus dimana elemen ke n dari relasi adalah unik untuk elemen ke n-1. $F:C1 \times C2 \times \dots$

. $Cn-1 \rightarrow Cn$, contohnya adalah Mother-of.

4. Aksiom (axioms)

Digunakan untuk memodelkan sebuah sentence yang selalu benar.

5. Instances

Instances adalah komponen dasar dari suatu ontologi. Instance atau Individual menyatakan obyek-obyek dalam suatu domain yang diteliti yang digunakan untuk merepresentasikan elemen nyata seperti hewan, tanaman, dan manusia, maupun elemen abstrak seperti bilangan dan huruf.

RDF dan SPARQL

Dalam kaitannya dengan teknologi web semantik, pemanfaatan ontologi selalu tidak terlepas dari RDF dan SPARQL. RDF sangat berperan layaknya DBMS dalam kaitan menyimpan data / metadata / pengetahuan. Sedangkan SPARQL berperan seperti query SQL jika menggunakan pendekatan DBMS konvensional.

RDF adalah format data grafik berlabel yang diberi label untuk mewakili informasi di Web. Spesifikasi ini mendefinisikan sintaks dan semantik bahasa query SPARQL untuk RDF. SPARQL dapat digunakan untuk mengekspresikan query di berbagai sumber data, apakah data tersebut disimpan secara native sebagai RDF atau dipandang sebagai RDF melalui middleware. SPARQL berisi kemampuan untuk query yang dibutuhkan dan pola grafik opsional bersamaan dengan konjungsi dan disjunctionsnya. SPARQL juga mendukung agregasi, subqueries, negasi, menciptakan nilai dengan ungkapan, pengujian nilai yang dapat diperluas, dan membatasi kueri berdasarkan grafik RDF sumber. Hasil query SPARQL bisa jadi hasil set atau grafik RDF." W3C Recommendation (2013). Contoh DATA RDF, query SPARQL dan hasilnya seperti terlihat pada Tabel 3.

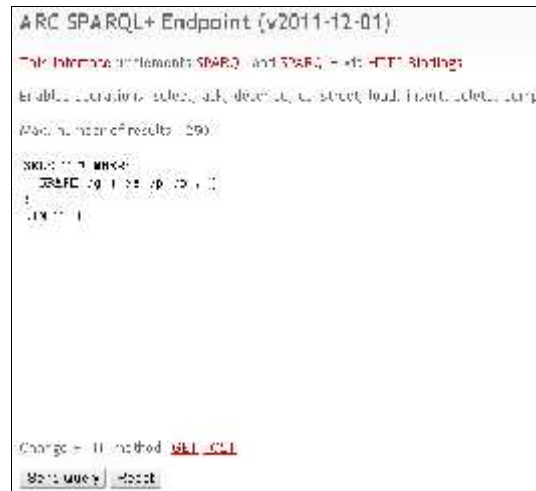
Tabel 3 : contoh RDF, sparql, dan hasil.

RDF	
@prefix foaf:	http://xmlns.com/foaf/0.1/ .
_:a foaf:name	"Johnny Lee" .
_:a foaf:mbox	<jlow@example.com> .
_:b foaf:name	"Peter Goodguy" .
_:b foaf:mbox	<peter@example.org> .
_:c foaf:mbox	<carol@example.org> .
Query SPARQL:	
PREFIX foaf:	<http://xmlns.com/foaf/0.1/>
SELECT ?name ?mbox	
WHERE	
{ ?x foaf:name ?name .	
?x foaf:mbox ?mbox }	
Query Result:	
name	mbox
"Johnny Lee"	<jlow@example.com>

"Peter Goodguy"	<peter@example.org>
-----------------	---------------------

SPARQL ENDPOINT (ARC2)

Menurut Nowack (2014) ARC adalah sistem RDF yang fleksibel untuk para praktisi web semantik dan PHP. Ini gratis, open-source, mudah digunakan, dan berjalan di sebagian besar lingkungan server web (ini sesuai dengan PHP 5.3 E_STRICT).



Gambar 1. Antarmuka ARC2

Adapun fitur yang dimiliki Sparql Endpoint ARC2 (gambar x) meliputi : Various parsers (RDF/XML, N-Triples, Turtle, SPARQL + SPOG, Legacy XML, HTML tag soup, RSS 2.0, Google Social Graph API JSON), Serializers (N-Triples, RDF/JSON, RDF/XML, Turtle, SPOG dump), RDF Storage - using MySQL (SPARQL SELECT, ASK, DESCRIBE, CONSTRUCT, + aggregates, LOAD, INSERT, and DELETE.), SPARQL Endpoint Class (Set up a compliant SPARQL endpoint with 3 lines of code.), SPARQLScript (SPARQL-based scripting and output templating).

Berdasarkan latar belakang, permasalahan, dan studi literatur diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah : "merancang dan membangun sistem repositori pengetahuan berbasis ontologi sebagai domain pengetahuan pada studi kasus manajemen praktikum laboratorium di sebuah kampus yang dapat berjalan di lingkungan web server dan database Mysql dengan memanfaatkan tools *Sparql Endpoint* yang ada".

2. Metode

Metode Penelitian meliputi analisis permasalahan, analisis kebutuhan, dan perancangan ontologi.

2.1 Analisis Permasalahan

Berikut adalah contoh kasus domain permasalahan:

Diasumsikan bahwa pada sebuah kampus terdapat sebuah **prodi**. Prodi tersebut berelasi dengan banyak entitas seperti : **mhs**, **dosen**, **mata kuliah**, dan **laboratorium**. Setiap dosen **mengampu** beberapa mata kuliah. Setiap laboratorium **mengadakan** agenda jadwal **praktikum**. Setiap

kegiatan praktikum memiliki **relevansi** dengan sebuah mata kuliah. Karena setiap laboratorium mempunyai batas kapasitas maksimal jumlah pengunjung, maka setiap agenda praktikum **dibagi** menjadi beberapa **paralel**. Setiap paralel praktikum tersebut didampingi oleh beberapa mahasiswa yang bertugas sebagai **asisten** praktikum. Setiap paralel memiliki banyak **pertemuan** di setiap minggu (modul materi). **Presensi** dan **nilai** dari setiap mahasiswa akan tercatat berdasarkan pertemuan paralel praktikum tersebut.

Jika masing-masing class diinisialisasi sebagai berikut, prodi : "SI", mahasiswa = "1535010021" dan "1635010001", dosen = "382110602061", mata kuliah = "BP1", laboratorium = "RPL", praktikum = "prak_BP1", paralel #1 dari praktikum "prak_BP1" = "prak_BP1_1", pertemuan #1 dari paralel #1 "prak_BP1_1" = "prak_BP1_1_1". Sementara nilai mhs "1635010001" dari pertemuan "prak_BP1_1_1" = "prak_BP1_1_1_1635010001"

Dari semua *instance class* diatas, tantangan repositori pengetahuan berikutnya adalah bagaimana bisa menjawab *query* semantik semacam ini :

- mhs, dosen, matakuliah, laboratorium mana saja yang dinaungi oleh prodi "SI" ?
- tampilkan nama praktikum, paralel, mahasiswa, nilai, dan asisten dari seluruh agenda praktikum.

2.2 Analisis Kebutuhan

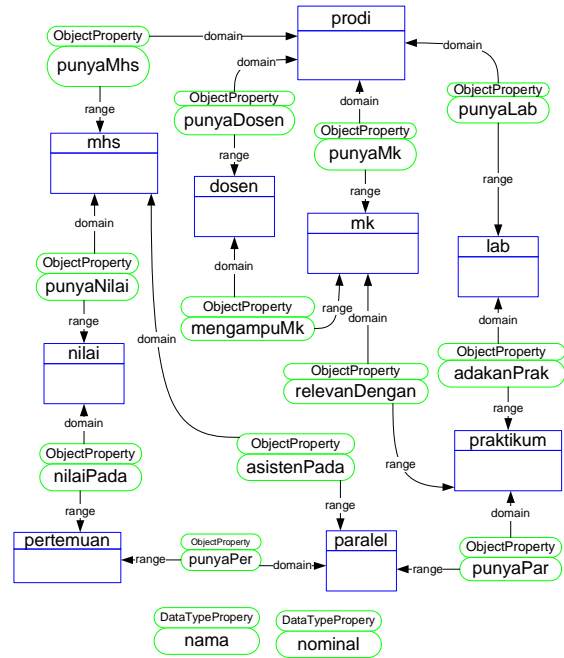
Berdasarkan analisis permasalahan pada subbab sebelumnya, tabel 4 memperlihatkan hasil identifikasi beberapa kebutuhan untuk pengembangan ontologi yang meliputi : *class*, *objectProperty* dan *datatypeProperty*.

2.3 Perancangan Ontologi

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan pada bab sebelumnya, tahap berikutnya adalah merancang ontologi dengan memperhatikan kebutuhan *class*, *objectProperty* dan *datatypeProperty* lengkap beserta arah *domain* dan *range*. Gambar 2 memperlihatkan ontologi yang berhasil dibangun.

Tabel 4. Kebutuhan Ontologi

Kebutuhan	Item
<i>class</i>	prodi, mhs, dosen, mk, lab, praktikum, par, pertemuan, nilai
<i>objectProperty</i>	punyaMhs, punyaDosen, punyaMk, punyaLab, adakanPrak, punyaPar, punyaPer, relevanDengan, asistenPada, mengampuMk, nilaiPada, punyaNilai
<i>datatypeProperty</i>	nama, nominal



Gambar 2. Pemodelan Ontologi

3. Hasil dan Pembahasan

Dengan pengetahuan dataset awal (statement triple) yang telah ditentukan seperti yang terlihat pada tabel 5, kemudian pada sistem repository pengetahuan dilakukan serangkaian query semantik Sparql via *Sparql Endpoint:ARC2* untuk menjawab beberapa pertanyaan berikut ini:

Tabel 5 : dataset awal (N-Triple) repository pengetahuan manajemen laboratorium praktikum.

S	P	O
lab_RPL	adakanPrak	prak BP1
1535010021	asistenPada	prak BP1_1
382110602061	mengampuMk	BP1
prak BP1_1_1_1635010001	nilaiPada	prak BP1_1_1
prak BP1_1_1_1635010001	nominal	A
prodi_SI	punyaDosen	382110602061
prodi_SI	punyaLab	lab_RPL
prodi_SI	punyaMhs	1635010001
prodi_SI	punyaMk	BP1
1635010001	punyaNilai	prak BP1_1_1_1635010001
prak BP1	punyaPar	prak BP1_1
prak BP1_1	punyaPer	prak BP1_1_1
382110602061	rdf:type	dosen
lab_RPL	rdf:type	lab
1535010021	rdf:type	mhs
1635010001	rdf:type	mhs
PI	rdf:type	mk
prak BP1_1_1_1635010001	rdf:type	nilai
dosen	rdf:type	owl:Class
lab	rdf:type	owl:Class
mhs	rdf:type	owl:Class
mk	rdf:type	owl:Class
nilai	rdf:type	owl:Class
paralel	rdf:type	owl:Class
pertemuan	rdf:type	owl:Class
praktikum	rdf:type	owl:Class
rodi	rdf:type	owl:Class
nama	rdf:type	owl:DatatypeProperty
nominal	rdf:type	owl:DatatypeProperty

adakanPrak	rdf:type	owl:ObjectProperty
asistenPada	rdf:type	owl:ObjectProperty
mengampuMk	rdf:type	owl:ObjectProperty
nilaiPada	rdf:type	owl:ObjectProperty
punyaDosen	rdf:type	owl:ObjectProperty
punyaLab	rdf:type	owl:ObjectProperty
punyaMhs	rdf:type	owl:ObjectProperty
punyaMk	rdf:type	owl:ObjectProperty
punyaNilai	rdf:type	owl:ObjectProperty
punyaPar	rdf:type	owl:ObjectProperty
punyaPer	rdf:type	owl:ObjectProperty
relevanDengan	rdf:type	owl:ObjectProperty
prak_BPI_I	rdf:type	paralel
prak_BPI_II	rdf:type	pertemuan
prak_BPI	rdf:type	praktikum
prodi_SI	rdf:type	prodi
BPI	relevanDengan	prak_BPI

Pertanyaan semantik #1 :

"mhs, dosen, matakuliah, laboratorium mana saja yang dinaungi oleh prodi 'SI' ?".

Pertanyaan semantik #1 diatas jika dinyatakan dalam statement query SPARQL akan menjadi seperti pada Tabel 6 dan hasil eksekusi query tersebut dinyatakan dalam Tabel 7.

Tabel 6 : query SPARQL untuk pertanyaan #1

```
select ?b ?c ?d ?e
from (rdf source)
where {
  ?a rdf:type prodi.
  FILTER regex(?a, "prodi_SI").
  {?a punyaMhs ?b . }
  union
  {?a punyaDosen ?c . }
  union
  {?a punyaMk ?d . }
  union
  {?a punyaLab ?e . }
}
```

Tabel 7 : hasil eksekusi query SPARQL pertanyaan #1

var	Hasil	Keterangan
\$b	1535010001	Mhs
\$b	1535010021	Mhs
\$c	382110602061	Dosen
\$d	BPI	MK
\$e	Lab_RPL	Lab

Pertanyaan semantik #2 :

"tampilkan nama praktikum, paralel, mahasiswa, nilai, dan asisten dari seluruh agenda praktikum".

Pertanyaan semantik #2 diatas jika dinyatakan dalam statement query SPARQL akan menjadi seperti pada tabel 8 dan hasil eksekusi query tersebut dinyatakan dalam Tabel 9.

Tabel 8 : query SPARQL untuk pertanyaan #2

```
select ?a ?b ?e ?x ?f
from (rdf source)
where
  ?a rdf:type praktikum .
  ?a punyaPar ?b .
  ?b punyaPer ?c .
  ?d nilaiPada ?c .
  ?e punyaNilai ?d .
```

```
?f asistenPada ?b .
?d nominal ?x .
```

Tabel 9 : hasil eksekusi query SPARQL pertanyaan #2

var	hasil	keterangan
\$a	prak_BPI	Praktikum
\$b	Prak_BPI_1	Paralel
\$e	1635010001	Mhs
\$x	A	Nilai Huruf
\$f	1535010021	Asisten Prak

4. Kesimpulan

Ontologi sebagai domain pengetahuan dapat diimplementasikan kedalam lingkungan web server dan database MySQL dengan cara merekonstruksi susunan atribut/tuple suatu tabel database menjadi bentuk N-Triple, sehingga susunan tabel hanya terdiri dari 3 atribut (subyek-predikat-objek) secara konsisten. Susunan N-Triple ini sanggup mengakomodasi semua domain pengetahuan yang terdapat dalam ontologi.

Sistem repositori pengetahuan pada manajemen praktikum laboratorium berbasis ontologi telah berhasil menjawab beberapa pertanyaan semantik secara relevan. Hal ini sekaligus membuktikan bahwa pendekatan ontologi dapat digunakan sebagai alternatif lain menggantikan peran ER-Diagram/DBMS terutama berkaitan dengan domain pengetahuan.

Sparql endpoint seperti ARC2 cukup fleksibel dalam mengakomodasi pertanyaan/query SPARQL dari pengguna hingga menghasilkan luaran informasi yang lebih kaya. Namun begitu, bagi pengguna yang masih awam pemrograman akan justru sedikit menyulitkan. Sehingga, pada penelitian berikutnya disarankan untuk memasang layer tambahan dengan desain antarmuka yang lebih user-friendly namun tetap flexibel dalam memainkan query SPARQL.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Allah SWT, pihak LPPM, serta Para Kepala Laboratorium Prodi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer di kampus Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jatim yang telah banyak membantu dan mendukung hingga akhirnya paper ini bisa dipublikasikan di prosiding seminar RETII STTNAS - 12.

Daftar Pustaka

- Berners-Lee, T. (1998). Design Issues. [online], diakses di <http://www.w3.org/DesignIssues/RDFnot.html>
- Ginting, M. B., (2010). Pengembangan Sistem Repository Pengetahuan Berbasis Ontologi dan Jaringan Semantik. Perpustakaan Pertanian Vol. 19 .

- Kedeo, A. A., Suyadnya I., M., A., Mertasana, P., A., (2015). Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Laboratorium Berbasis Web Pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana. *E-Journal SPEKTRUM Vol. 2 No. 3* September 2015 ISSN: 2302-3163, Universitas Udayana, Bali
- McGuinness, N. F., (2000). An Environment for Merging and Testing Large Ontologies. Principles of Knowledge Representation and Reasoning.
- Nowack, B. (2014). Easy RDF and SPARQL for LAMP systems. [online]. diakses di <https://github.com/semsol/arc2/wiki> (diakses : 1 nopember 2017)
- Rahmawati, U., (2012). Pengembangan Repositori Pengetahuan berbasis Ontologi untuk Tanaman Obat Indonesia. *Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1*, p. 1-6, ITS, Surabaya.
- Romzi, M., (2014). Rancang Bangun Sistem Informasi Inventarisas Laboratorium AMIK AKMI Baturaja. *Jurnal Media Informatika dan Komputer Vol. 4 No.1* Desember 2014 ISSN : p. 2089-4383. AMIK "AKMI" Baturaja.
- Susanti, N., Arifin, M., (2012). Sistem Informasi Manajemen Laboratorium (SIMLAB) (Studi Kasus Laboratorium Progdil Sistem Informasi UMK). *Majalah Ilmiah INFORMATiKA Vol. 3 No. 1* Januari 2012 ISSN: 1411-6413, Universitas AKI, Semarang
- Wicaksana, I. W. (2004.). Survey dan Evaluasi metode Pengembangan Ontologi.
- W3C Recommendation. (2013). SPARQL 1.1 Query Language. [online]. diakses di <https://www.w3.org/TR/sparql11-query/#rfc3987> (diakses : 1 nopember 2017)