

Peningkatan Nilai *Recall* dan *Precision* pada Penelusuran Informasi Pustaka Berbasis Semantik (Studi Kasus : Sistem Informasi Ruang Referensi Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi UGM)

Kadek Dwi Pradnyani Novianti¹, Noor Akhmad Setiawan², Sri Suning Kusumawardani³
STMIK STIKOM Bali, Jalan Raya Puputan Renon 86 Denpasar Bali¹
Universitas Gadjah Mada, Jalan Grafika No. 2 Yogyakarta^{2, 3}
kadekdwi@pradnyaninovianti@gmail.com¹, noorwewe@ugm.ac.id², suning@ieee.org³

Abstrak

Sistem Informasi Ruang Referensi (SIRREF) JTETI UGM memiliki permasalahan dalam penelusuran informasi pustaka. Kesenjangan pemahaman makna antara pengguna dan mesin pencari serta tidak terpenuhinya persepsi pengguna yang terjadi ketika pengguna melakukan penelusuran informasi dapat diatasi dengan penerapan teknologi web semantik, dimana ontologi dapat diaplikasikan untuk merepresentasikan informasi pustaka tersebut sehingga dapat dipahami dan diproses oleh mesin. Pembangunan ontologi dilakukan menggunakan adopsi METHONTOLOGY yang menghasilkan 5 class yaitu Publication, Department, Keyword, Person dan Publisher. Hasil yang diperoleh menunjukkan terjadinya peningkatan nilai recall sebesar 85,87% dan nilai precision sebesar 40,05% pada sistem penelusuran berbasis semantik. Penerapan web semantik dapat meningkatkan relevansi serta ketepatan informasi pustaka yang ditampilkan oleh sistem penelusuran berbasis semantik pada SIRREF JTETI UGM, sehingga mampu mengatasi kesenjangan pemahaman makna yang terjadi dan memenuhi persepsi pengguna.

Kata kunci: ontologi, penelusuran informasi pustaka, recall, precision

1. Pendahuluan

Mesin pencari merupakan salah satu fitur penting pada aplikasi perpustakaan digital. Mesin pencari dapat digunakan untuk melakukan tugas inti dari sebuah perpustakaan digital, yaitu menyediakan teknologi penyimpanan data dan informasi serta *software* pencarian informasi [1]. Pengguna pada fitur mesin pencari dapat melakukan penelusuran informasi yang berkaitan dengan pustaka-pustaka tertentu berdasarkan kata kunci yang diinputkan oleh pengguna. Merujuk kepada tugas inti dari perpustakaan digital untuk menyediakan teknologi penyimpanan data, pemanfaatan teknologi basis data menjadi salah satu pilihan yang banyak digunakan untuk melakukan pengelolaan data pustaka. Namun, basis data dianggap masih memiliki keterbatasan, yaitu bersifat kurang dinamis untuk menyimpan data secara semantik [2]. Keterbatasan tersebut menyebabkan kesenjangan pemahaman makna terhadap kata kunci yang digunakan dalam pencarian informasi antara pengguna dan mesin. Selain itu penelusuran informasi dilakukan berdasarkan pada bentuk kata kunci yang diinputkan oleh pengguna, sehingga persepsi pengguna tidak dapat dipenuhi oleh sistem.

Sistem Informasi Ruang Referensi (SIRREF) JTETI UGM merupakan salah satu perpustakaan digital yang menggunakan teknologi basis data untuk menyimpan dan mengelola data serta melakukan penelusuran berdasarkan pada bentuk kata kunci yang diinputkan pengguna. Sebagai contoh pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2, ketika pengguna menginputkan “database” atau “basis data” sebagai kata kunci, maka sistem hanya akan menelusuri informasi pustaka sesuai dengan kata kunci pengguna, padahal kedua kata kunci tersebut memiliki makna yang sama.

Teknologi web semantik dapat digunakan untuk mengatasi kesenjangan pemahaman makna antara mesin pencari dan pengguna yang terjadi pada SIRREF JTETI UGM. Penerapan teknologi web semantik dapat memberikan pemahaman makna kata kunci yang sama sehingga dapat dipahami dengan baik oleh mesin dan pengguna. Inti dari teknologi dari web semantik adalah mengaplikasikan ontologi untuk merepresentasikan informasi menjadi bentuk basis pengetahuan yang dapat dipahami dan diproses oleh mesin pencari [3].



Gambar 1.1 SIRREF JTETI UGM menggunakan kata kunci “basis data”



Gambar 1.2 SIRREF JTETI UGM menggunakan kata kunci “basis data”

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Penelitian dan Pengembangan (*Research and Development*). Penelitian ini berorientasi pada pengembangan perangkat lunak, yaitu pengembangan penelusuran pustaka berbasis semantik pada SIRREF JTETI UGM.

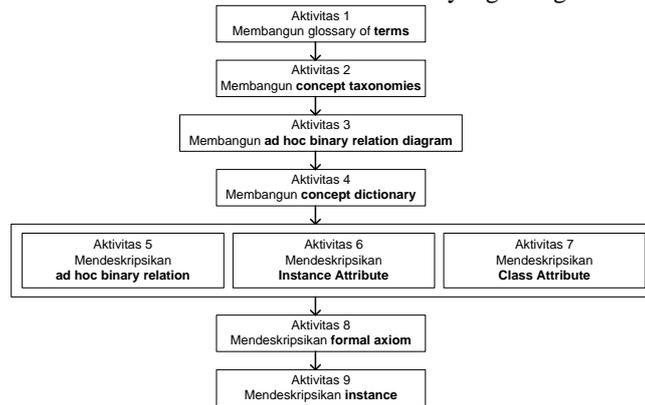
2.1 Metodologi Pengembangan Ontologi

Perancangan konseptual ontologi mengadopsi metodologi METHONTOLOGY, dimana metodologi ini adalah salah satu metodologi pengembangan ontologi. METHONTOLOGY [4] menawarkan pelaksanaan aktivitas konseptualisasi yang mendetail di setiap tahapannya dan memiliki kemampuan untuk merekayasa ulang ontologi. Adopsi metodologi METHONTOLOGY yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar.

Adopsi METHONTOLOGY terdiri dari beberapa tahapan aktivitas seperti berikut ini.

1. Membangun *Glossary of Terms*
Tahapan ini merupakan tahapan untuk mengidentifikasi seluruh *terms* yang ada pada SIRREF JTETI UGM.
2. Membangun *Concept Taxonomies*
Ketika *glossary of terms* sudah terdiri atas sejumlah *terms*, selanjutnya adalah membangun sebuah *concept taxonomies* untuk mendefinisikan hirarki *concept*.
3. Membangun *Ad Hoc Binary Relation*
Identifikasi relasi antara *concept* pada SIRREF JTETI UGM dilakukan pada tahap ini untuk mengetahui keterkaitan yang ada diantara masing-masing *concept*.
4. Membangun *Concept Dictionary*
Pada tahapan ini terjadi penentuan sifat dan hubungan yang digambarkan oleh setiap *concept* pada taksonomi.
5. Mendeskripsikan *Ad Hoc Binary Relation*
Tujuan dari tahapan aktivitas ini adalah untuk mendeskripsikan secara detail dan rinci semua diagram *ad hoc binary relations* yang termasuk ke dalam *concept dictionary*.
6. Mendeskripsikan *Instance Attribute*
Tahapan tugas ini bertujuan untuk mendeskripsikan secara detail seluruh *instance attributes* yang sudah terdaftar dalam *concept dictionary*.
7. Mendeskripsikan *Class Attribute*
Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mendeskripsikan tiap *class attributes* yang muncul pada *concept dictionary*.
8. Mendeskripsikan *Formal Axiom*
Formal Axioms merupakan model kalimat yang selalu benar.
9. Mendeskripsikan *Instance*

Tahapan tugas terakhir adalah menentukan *instances* relevan yang mungkin muncul pada *concept*.



Gambar 2. Adopsi Metodologi METHONTOLOGY [4]

2.2. Evaluasi Nilai *Recall* dan Nilai *Precision*

Evaluasi menggunakan nilai *recall* dan *precision* dilakukan untuk mengetahui tingkat relevansi dan ketepatan sistem dalam melakukan pencarian informasi yang diminta oleh pengguna. Pada evaluasi tingkat relevansi, nilai *recall* (R) merupakan nilai yang menunjukkan tingkat perolehan hasil yang dikembalikan oleh sebuah sistem. Nilai ini diperoleh dengan membandingkan jumlah item relevan yang dikembalikan oleh sistem dengan total jumlah item relevan yang ada di dalam koleksi sistem seperti pada persamaan (2-1). Nilai *recall* yang semakin besar tidak dapat menunjukkan suatu sistem baik atau tidak. Nilai *recall* tertinggi adalah 1, yang berarti bahwa seluruh dokumen dalam koleksi berhasil ditemukan [5][6].

$$R = \frac{\Sigma \text{relevant items retrieved}}{\text{Total relevant item in ontology}} \quad (2-1)$$

Nilai *precision* (P) menunjukan tingkat ketepatan sebuah sistem untuk mengembalikan informasi relevan kepada pengguna. Nilai ini diperoleh dengan membandingkan jumlah item relevan yang dikembalikan dengan total jumlah item yang dikembalikan seperti pada persamaan (2-2). Semakin besar nilai *precision* suatu sistem, maka sistem dapat dikatakan baik. Nilai *precision* tertinggi adalah 1, yang berarti seluruh dokumen yang ditemukan adalah relevan [5][6].

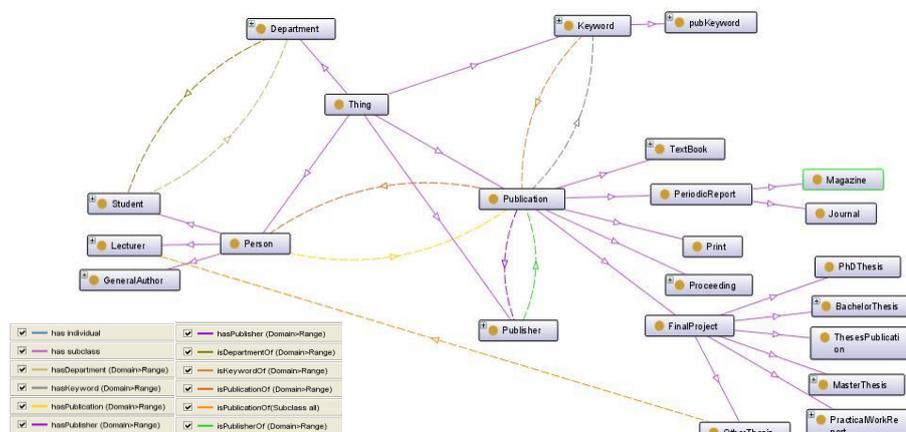
$$P = \frac{\Sigma \text{relevant items retrieved}}{\text{Total relevant item retrieved}} \quad (2-2)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Menggunakan adopsi metode METHONTOLOGY, *class-class* yang dapat diidentifikasi pada ontologi SIRREF JTETI UGM yaitu sebagai berikut.

1. Department

Class Department merepresentasikan jurusan dari mahasiswa yang merupakan pengarang sebuah pustaka dari kategori tugas akhir mahasiswa.



Gambar 3.1 *Concept Taxonomies* SIRREF JTETI UGM

2. Keyword

Class Keyword memiliki subclass yaitu *pubKeyword* yang merepresentasikan kata kunci pustaka.

3. Person

- Class* Person merepresentasikan pengarang pustaka. *Class* ini memiliki 3 *subclass* yaitu Lecturer dan Student merepresentasikan pengarang yang berasal dari lingkungan JTETI UGM serta *subclass* GeneralAuthor yang merepresentasikan pengarang umum.
4. Publication
Class Publication merepresentasikan kategori pustaka yang tersimpan pada SIRREF JTETI UGM. Beberapa *subclass* yang dimiliki oleh Publication antara lain TextBook, Proceeding, Print, FinalProject dan PeriodicReport. FinalProject dan PeriodicReport masing-masing memiliki *subclass* lagi. Subclass pada *class* FinalProject yaitu PracticalWorkReport, BachelorThesis, MasterThesis, PhDThesis, dan ThesesPublication sedangkan untuk *class* PeriodicReport adalah Magazine dan Journal.
 5. Publisher
Class Publisher merepresentasikan penerbit dari pustaka yang tersimpan pada SIRREF JTETI UGM.



Gambar 3.2 Antarmuka mesin pencari berbasis semantik SIRREF JTETI UGM

Ontologi SIRREF yang telah terbentuk kemudian diterapkan sebagai dasar dari penelusuran semantik pada SIRREF JTETI UGM. Sistem penelusuran pada SIRREF JTETI UGM menggunakan kata kunci pustaka yang disimpan sebagai parameter penelusuran. Penelusuran juga dapat didasarkan pada kategori pustaka yang diinginkan oleh pengguna. Beberapa kategori pustaka yang disediakan pada SIRREF JTETI UGM adalah buku, jurnal, prosiding, majalah, print, skripsi, tesis, tesis luar negeri, laporan kerja praktek, publikasi tesis, dan disertasi.

- 8 hasil yang ditemukan untuk kategori "SemuaKategori" berdasarkan kata kunci "ontologi" adalah :**
1. **PROTEGE SEBAGAI PLATFORM INTEGRASI SEMANTIK BERBASIS ONTOLOGY PADA SISTEM ENCORE DAN CCIS**
 Penulis : Supriko-Sumartono
 Pengarang : Widayawan
 M Riza Iqbal Latief
 Nomor Panggil : SK 2955 TE-2013 E
 ISBN/ISSN : E1502955
 Bahasa : Indonesia
 Tahun Terbit : 2013
 Tempat Terbit : Yogyakarta
 Penerbit : Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi FT UGM
 Deskripsi Fisik : xi + 197 hal, ill, 30 cm
 Abstrak : World Wide Web dibangun tanpa memetakan dokumen dan kemampuan berbasis pencarian kata kunci, sehingga mengakibatkan kesulitan dalam pencarian data secara tepat. Menghadapi hal ini World Wide Web Consortium (W3C) memberikan standar terhadap bahasa untuk mendeskripsikan kelas dan relasi antara objek dalam dokumen web dan aplikasi, yaitu Web Ontology Language (OWL). Protege merupakan platform open source yang dikembangkan oleh Stanford Center for Biomedical Informatics Research at the Stanford University School of Medicine untuk mengimplementasikan sekumpulan struktur pemodelan pengetahuan dan aksi yang dapat mendukung pembuatannya, antara lain visualisasi dan manipulasi ontologi dalam berbagai format tampilan. Penggunaan Protege sebagai platform OWL, Ontology sangat dimungkinkan dalam implementasi sistem database heterogen menggunakan ontologi. Ontology berbasis semantik digunakan untuk meminimalisir adanya konflik pembacaan data dengan mengevaluasi persentase kesamaan data dalam nama tabel, atribut, maupun tipe data dan selanjutnya mengklasifikasikannya. Sebagaimana dapat digunakan pada sistem database heterogen antara sistem ENCORE yang menggunakan database Microsoft SQL Server dan sistem CCIS menggunakan database MySQL, integrasi semantik berbasis ontology menghasilkan Global Domain Schema yang mampu memperlakukan integrasi data ketika proses perbandingan antara nama class, nama property dan tipe property menghasilkan kesamaan nyata, namun kelemahan sistem ini adalah tidak memiliki fleksibilitas terhadap nama class maupun property berupa singkatan, atau memiliki kemiripan frase yang beraknoma tidak.
 2. **PERANCANGAN KNOWLEDGE MANAGEMENT UNTUK DETEKSI DINI PENYIMPANAN PERKEMBANGAN ANAK MENGGUNAKAN KUESIONER PRA SKRINING PERKEMBANGAN (KPSP) BERBASIS ONTOLOGI**
 Penulis : Kalikaustrar
 Pengarang : Warsun Najib
 Sri Suning Kusumawardani
 Nomor Panggil : SK 3107 Tr-2014 R
 ISBN/ISSN : E1502107
 Bahasa : Indonesia
 Tahun Terbit : 2014
 Tempat Terbit : Yogyakarta
 Penerbit : Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi FT UGM
 Deskripsi Fisik : xvi + 102 hal, ill, 30 cm
 Abstrak : Kualitas tumbuh kembang anak sebagai calon generasi penerus bangsa membutuhkan skrining yang rutin agar lebih mudah dilakukan penanganannya selanjutnya atau diintervensi. Salah satu metode skrining penyimpangan perkembangan anak yang disarankan Kementerian Kesehatan RI adalah KPSP. KPSP dilaksanakan di Puskesmas, sedangkan deteksi dini optimal dilakukan di rumah sebagai lingkungan natural bagi anak. Di sisi lain, kemampuan ibu untuk melakukan skrining, stimulasi, dan intervensi juga perlu ditingkatkan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan knowledge management deteksi dini penyimpangan perkembangan dengan KPSP sebagai solusi teknologi yang dapat diaplikasikan untuk melakukan deteksi dini di rumah oleh ibu. Dengan sistem ontologi, knowledge management yang dikembangkan diharapkan mempermudah penggunaan KPSP dibandingkan metode konvensional dan menjadi sarana ibu untuk belajar dan rutin melakukan deteksi dini terhadap perkembangan anaknya. Hasil dari penelitian ini adalah model ontologi deteksi dini penyimpangan perkembangan dengan KPSP dalam aplikasi Protege 4.3. Sistem yang dirancang menggunakan 5 kelas yaitu age untuk kelompok usia KPSP dengan 16 instances, baby untuk anak pengguna KPSP dengan 3 instances, kpsp untuk pertanyaan KPSP dengan 158 instances, status untuk hasil interpretasi jawaban KPSP dengan 3 instances, dan stimulation untuk poin stimulasi yang harus diberikan kepada anak pengguna KPSP dengan 228 instances. Sistem dilengkapi dengan 35 rules untuk menghasilkan relasi antar kelas dan diuji sesuai alur penggunaan KPSP menggunakan SPARQL. Model ontologi yang dihasilkan tidak hanya membantu dalam proses skrining dengan KPSP namun dapat juga memberi keputusan intervensi dan stimulasi untuk perkembangan anak lebih baik.

Gambar 3.3 Hasil Penelusuran Informasi Pustaka SIRREF JTETI UGM Berbasis Semantik

Sistem bekerja setelah pengguna menginputkan kategori serta kata kunci suatu pustaka. Kemudian, setelah informasi pustaka yang sesuai telah ditemukan maka sistem akan menampilkan hasil informasi tersebut kepada pengguna. Informasi pustaka yang dimuat oleh sebuah pustaka antara lain

judul, pengarang pustaka, nomor panggil untuk penyimpanan pada perpustakaan fisik, nomor isbn atau issn, bahasa yang digunakan, tempat dan tahun terbit, penerbit, deskripsi fisik pustaka, dan abstrak yang menggambarkan isi pustaka. Hasil penelusuran dapat dilihat pada Gambar 3.3.

Hasil penelusuran pustaka pada Gambar 3.3 menunjukkan bahwa kesenjangan makna antara pengguna dan mesin pencari pada kasus ini dapat diatasi karena sistem menelusuri kata kunci pengguna berdasarkan pada maknanya bukan pada bentuk dari kata tersebut. Sehingga semua informasi yang disimpan pada ontologi SIRREF JTETI UGM dapat disajikan keseluruhan kepada pengguna. Informasi pustaka yang disajikan oleh sistem, akan diuji tingkat relevansinya dan kemudian dibandingkan apakah ada peningkatan yang terjadi dari SIRREF JTETI UGM yang sebelumnya. Tingkat relevansi ini menggambarkan keefektifan proses temu kembali informasi pada sebuah sistem. Tingkat relevansi ini akan diukur menggunakan nilai *recall* dan *precision*.

Nilai *recall* (R) diperoleh dengan membandingkan jumlah item relevan yang ditemukan dengan jumlah relevan yang ada di dalam koleksi sistem. Sedangkan nilai *precision* (P) diperoleh dengan membandingkan jumlah item relevan yang ditemukan dengan total jumlah item yang ditemukan. Peningkatan nilai *recall* (R) pada kedua sistem penelusuran dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan 3.2.

Tabel 3.1 Tabel Nilai *Recall* Penelusuran Pustaka Pada SIRREF JTETI UGM

No	Keyword	Relevant items retrieved	Total relevant items in database	R
1	ontologi	4	8	0,500
2	citra	11	38	0,289
3	manajemen pengetahuan	3	9	0,429
4	gis	11	13	0,846
5	kecerdasan buatan	3	17	0,176
6	data warehouse	15	16	0,938
7	sistem pakar	5	23	0,263
8	hci	1	8	0,125
9	database	48	67	0,716
10	search engine	7	13	0,538
Rata-Rata Nilai Recall				0,538

Tabel 3.2 Tabel Nilai *Recall* Penelusuran Pustaka Berbasis Semantik pada SIRREF JTETI UGM

No	Keyword	Relevant items retrieved	Total relevant items in ontology	R
1	ontologi	8	8	1
2	citra	97	97	1
3	manajemen pengetahuan	9	9	1
4	gis	13	13	1
5	kecerdasan buatan	17	17	1
6	data warehouse	16	16	1
7	sistem pakar	23	23	1
8	hci	7	7	1
9	database	68	68	1
10	search engine	13	13	1
Rata-Rata Nilai Recall				1

Dari kedua Tabel 3.1 dan 3.2 dapat dilihat pada SIRREF JTETI UGM, hasil perolehan informasi pustaka yang relevan tidak sesuai dengan informasi pustaka yang tersimpan di dalam *database*, sehingga rata-rata perolehan nilai *recall* (R) untuk penelusuran informasi pustaka pada sistem tersebut adalah 0,538. Sedangkan hasil perolehan informasi pustaka yang relevan pada penelusuran pustaka berbasis semantik sesuai dengan informasi pustaka yang tersimpan dalam ontologi, sehingga rata-rata perolehan nilai *recall* (R) untuk penelusuran informasi pustaka pada sistem berbasis semantik adalah 1. Dilihat dari rata-rata perolehan nilai *recall* (R) pada kedua sistem penelusuran terdapat peningkatan sebesar 85,87% pada penelusuran berbasis semantik dibandingkan sistem penelusuran sebelumnya. Perolehan nilai *precision* (P) pada kedua sistem penelusuran dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan 3.4.

Tabel 3.3 Tabel Nilai *Precision* (P) Penelusuran Pustaka Pada SIRREF JTETI UGM

No	Keyword	Relevant items retrieved	Total relevant items retrieved	P
1	ontologi	4	4	1
2	citra	88	94	0,936
3	manajemen pengetahuan	2	3	0,667
4	gis	3	98	0,031
5	kecerdasan buatan	3	3	1
6	data warehouse	15	15	1
7	sistem pakar	0	2	0
8	hci	0	1	0
9	database	48	48	1
10	search engine	7	7	1
Rata-Rata Nilai Precision				0,714

Tabel 3.4 Tabel Nilai *Precision* (P) Penelusuran Pustaka Berbasis Semantik pada SIRREF JTETI UGM

No	Keyword	Relevant items retrieved	Total relevant items retrieved	P
1	ontologi	8	8	1
2	citra	38	38	1
3	manajemen pengetahuan	9	9	1
4	gis	13	13	1
5	kecerdasan buatan	17	17	1
6	data warehouse	16	16	1
7	sistem pakar	23	23	1
8	hci	8	8	1
9	database	68	68	1
10	search engine	13	13	1
Rata-Rata Nilai Precision				1

Pada Tabel 3.3 dan 3.4 dapat dilihat pada SIRREF JTETI UGM, dari keseluruhan informasi yang ditemukan hanya beberapa informasi yang merupakan informasi yang tepat, sehingga rata-rata nilai *precision* (P) yang diperoleh sebesar 0,714. Sedangkan dari keseluruhan informasi pustaka yang diperoleh pada sistem penelusuran pustaka berbasis semantik, informasi pustaka yang ditampilkan merupakan informasi yang tepat, sehingga nilai *precision* (P) yang diperoleh adalah 1. Dilihat dari rata-rata perolehan nilai *precision* (P) pada kedua sistem penelusuran terdapat peningkatan sebesar 40,05% pada penelusuran berbasis semantik dibandingkan sistem penelusuran sebelumnya.

Melihat hasil peningkatan pada nilai *recall* dan *precision*, penelusuran berbasis semantik tidak hanya menelusuri kata kunci pengguna berdasarkan bentuk katanya, namun juga berdasarkan makna kata kunci tersebut sehingga kesenjangan pemahaman makna yang terjadi antara pengguna dan mesin dapat teratasi. Persepsi pengguna terhadap informasi yang diinginkan dapat dipenuhi oleh sistem penelusuran yang digunakan pada SIRREF JTETI UGM.

4. Simpulan

Penerapan web semantik pada sistem penelusuran SIRREF JTETI UGM dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan kesenjangan pemahaman makna serta memenuhi persepsi pengguna yang terjadi ketika melakukan penelusuran informasi pustaka. Hal ini dapat dilihat dengan meningkatnya perolehan nilai *recall* sebesar 85,87% dan nilai *precision* sebesar 40,05%. Penerapan *natural language processing* sebagai kata kunci penelusuran dapat menjadi penelitian selanjutnya sehingga dapat meningkatkan komunikasi antara pengguna dan mesin pencari pada SIRREF JTETI UGM.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Wu-jun and Z. peng, "Study of digital library information retrieval model based on ontology," in 2010 International Conference on Computer Application and System Modeling (ICASM), 2010, vol. 10, pp. V10-203-V10-206.
- [2] A. Azhari and M. Sholichah, "MODEL ONTOLOGI UNTUK INFORMASI JADWAL PENERBANGAN MENGGUNAKAN PROTÉGÉ," J. Inform., vol. 7, no. 1, pp. pp. 67-76, Aug. 2006.
- [3] J. Davies, D. Fensel, and F. van Harmelen, Eds., Towards The Semantic Web. England: John Wiley & Sons Ltd, 2003.
- [4] A. Gómez-Pérez, M. Fernández-López, and O. Corcho, Ontological Engineering with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web. Springer, 2003.
- [5] M. E. A.H and R. Mandala, "Relevance Feedback pada Temu Kembali Informasi Menggunakan Algoritma Genetika," presented at the Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2004, Yogyakarta, pp. 35-49.
- [6] A. T. Wahyudi, "Rancang Bangun Fasilitas Pencarian pada Electronic Theses and Dissertations Menggunakan Ontologi dan Aturan Berbasis Semantic Web," Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2012.