

PEMELIHARAAN ONTOLOGI PADA PEER-TO-PEER (P2P) BERBASIS VOTING DAN SIMILARITAS

Lintang Yuniar Banowosari¹⁾, I Wayan Simri Wicaksana²⁾
Universitas Gunadarma, Jl. Margonda Raya no.100, Depok 16424, Indonesia
{lintang, iwayan}@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Internet merupakan sumber informasi yang semakin lama semakin besar, hal ini memunculkan masalah dalam beberapa isu tentang sumber informasi yaitu : massive (sangat besar), terdistribusi, dinamis, dan open. Hal tersebut menyebabkan keragaman semantik, untuk mengatasi keragaman tersebut beberapa pendekatan telah dilakukan, salah satunya adalah dengan menggunakan pendekatan semantik yang digabungkan dengan P2P.

P2P memungkinkan terjadinya pembentukan komunitas yang memiliki kesamaan interest. Dengan terbangunnya group (Semantic Overlay Network-SON) ini maka perbedaan semantik dapat dikurangi. Hal ini sangat penting untuk aktifitas pertukaran informasi pada e-Business sesuai dengan domain usahanya.

Pada model P2P, ontologi kerap diasumsikan sudah terbentuk sebelumnya. Tetapi dalam menghadapi lingkungan yang dinamis pada P2P, ontologi yang sudah terbentuk kerap tidak lagi memenuhi konsep dari anggota komunitas. Sehingga diperlukan sebuah pendekatan khusus untuk pemeliharaan ontologi pada lingkungan P2P.

Untuk memelihara ontologi adalah dengan melihat provider peer (local ontology) mana yang paling sering digunakan oleh pengguna (voting). Dalam penulisan ini akan dikembangkan metode lebih lanjut untuk memelihara share ontology dengan input dan beberapa local ontology. Perhitungan similaritas akan digunakan untuk pemeliharaan dengan menggunakan teknik merging dan alignment. Pada tulisan ini akan dikembangkan pendekatan pemeliharaan ontologi untuk model P2P berbasis pendekatan di atas.

Kata Kunci : *ontologi, P2P, semantic web, pemeliharaan*

1. Pendahuluan

Internet dan Web merupakan sumber informasi yang semakin lama semakin besar, hal ini memunculkan masalah dalam beberapa isu tentang sumber informasi yaitu : *massive* (sangat besar), terdistribusi, dinamis, dan *open*.

Menurut Sheth [3] terdapat dua kelompok keragaman yaitu: keragaman informasi dan keragaman sistem. Keragaman informasi menyebabkan munculnya perbedaan dari sistem informasi. Perbedaan bisa terjadi pada tingkat sintaksis, struktur, dan semantik. Untuk mengatasi keragaman tersebut beberapa pendekatan telah dilakukan, salah satunya adalah dengan menggunakan pendekatan interoperabilitas semantik yang digabungkan dengan P2P.

P2P memungkinkan terjadinya pembentukan komunitas yang memiliki kesamaan *interest*. Dengan terbangunnya *group* ini maka perbedaan semantik dapat dikurangi. Model ini kerap disebut dengan *Semantic Overlay Network (SON)*. Tetapi pendekatan ini belum memadai sehingga tetap memerlukan jembatan dengan memanfaatkan pendekatan mediasi semantik yang didukung oleh ontologi.

Penggunaan ontologi dan P2P telah semakin berkembang dalam beberapa tahun terakhir ini. Karena manajemen pengetahuan dan konten dalam P2P arsitektur lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan sistem terbuka penuh.

Pada model P2P, ontologi kerap diasumsikan sudah terbentuk sebelumnya. Tetapi dalam menghadapi lingkungan yang dinamis pada P2P, ontologi yang sudah terbentuk kerap tidak lagi memenuhi konsep dari anggota komunitas. Sehingga diperoleh sebuah pendekatan khusus untuk pemeliharaan ontologi pada lingkungan P2P.

Pada penulisan ini diusulkan sebuah pendekatan untuk pemeliharaan ontologi. Pendekatan akan menggabungkan pendekatan dari voting dan *similaritas* untuk integrasi ontologi dari anggota komunitas. Voting dilakukan adalah dalam rangka menanggapi aktifitas *query* dari anggota komunitas. Dan dalam penggabungan dari ontologi komunitas ke *common* ontologi akan memperhitungkan *similaritasnya*.

Bagian Pendahuluan menguraikan latar belakang dan tinjauan literatur. Selanjutnya akan diuraikan secara ringkas latar belakang dari ontologi, serta arsitektur P2P yang akan digunakan untuk pemeliharaan



ontologi. Pada bagian 4 akan menjelaskan pendekatan voting dan *similaritas* untuk pemeliharaan ontologi serta aplikasinya dalam dunia nyata. Dan terakhir adalah penutup serta rencana ke depan.

2. Konsep Ontologi

Pengertian ontologi sangat beragam, dari definisi Benjamins [4]: “Sebuah Ontologi merupakan definisi dari pengertian dasar dan relasi vokabulari dari sebuah area sebagaimana aturan dari kombinasi istilah dan relasi untuk mendefinisikan vokabulari”.

Gruber [5] memberikan definisi yang banyak diacu, yaitu “Ontologi merupakan sebuah spesifikasi eksplisit dari konseptualisme”. Guarino dan Giaretta pada 1995 mengumpulkan tujuh definisi yang berkoresponden dengan *syntactic* dan *semantic*. Pada 1997, Borst melakukan modifikasi dari definisi Gruber dengan mengatakan “Sebuah ontologi adalah spesifikasi formal dari sebuah konseptual yang diterima (*share*)”.

Sebuah ontologi dijelaskan dengan menggunakan notasi dari konsep, *instances*, relasi, fungsi, dan aksiom [2].

- Konsep dapat pula merupakan penjelasan dari tugas, fungsi, aksi, strategi, dan sebagainya.
- Relasi merupakan representasi sebuah tipe dari interaksi antara konsep dari sebuah domain. Secara formal dapat didefinisikan sebagai subset dari sebuah produk dari n set, $R: C_1 \times C_2 \times \dots \times C_n$, contoh : *subclass-of* dan *connected-to*.
- Fungsi adalah sebuah relasi khusus dimana elemen ke n dari relasi adalah unik untuk elemen ke $n-1$. $F: C_1 \times C_2 \times \dots \times C_{n-1} \rightarrow C_n$, contoh : *Mother-of*.
- Aksiom digunakan memodelkan sebuah *sentence* yang selalu benar.
- *Instances* adalah digunakan untuk merepresentasikan elemen.

Tujuan ontologi adalah menangkap pengetahuan dari sebuah domain dan disajikan secara generik dan memberikan kesamaan pandangan dan pemahaman dari domain tersebut.

Pemakaian ulang ontologi adalah salah satu isu penting dalam bidang ontologi. Pada pemakaian ulang ontologi ada dua proses yang kerap menimbulkan salah pengertian, yaitu penggabungan (*merge*) dan penyatuan (*integration*). Penggabungan adalah membentuk sebuah ontologi dari beberapa ontologi pada domain yang sama. Penyatuan adalah ontologi pada sebuah domain dengan menggabungkan beberapa ontologi dari beberapa domain.

Pada integrasi akan terjadi proses agregasi, kombinasi, assembling dengan melalui ekstensi, pengkhususan atau adaptasi.

3. Arsitektur P2P

Pengertian *P2P* sangat beragam, Milojick [1] mengumpulkan beberapa definisi, yang dapat disimpulkan dalam karakter yang dimiliki oleh *P2P* sebagai berikut : berbagi, pertukaran langsung, mengorganisasi sendiri dan independen, node dapat menjadi *server* atau *client*, pengalamanan dan sistem koneksi yang independen.

Arsitektur *P2P* yang dibahas akan menggunakan *hybrid model* dengan *super peer (SP)*. *SP* akan menyimpan *common ontology (CO)* sebagai acuan atau *pivot* untuk kegiatan pertukaran informasi. Selama pertukaran informasi akan terjadi *agreement / mapping* antara sebagian *common ontology* dengan sebagian ontologi lokal di *peer* yang memiliki sumber informasi (*provider peer / PP*). Semakin tinggi tingkat *agreement* maka tingkat akurasi pertukaran informasi semakin baik. Untuk meningkatkan tingkat *agreement* salah satunya adalah dengan memelihara *common ontology*.

Model pertukaran informasi pada *P2P* seperti di atas adalah dengan menggunakan pendekatan mediasi semantik. Pada mediasi semantik akan diperlukan beberapa komponen sebagai berikut :

- Lokal Konteks, terdiri dari :
 - Data lokal yang terdapat pada *PP* dan yang akan digunakan secara bersama oleh komunitas, dapat dalam bentuk data relasional atau XML/RDF/OWL.
 - Skema ekspor di *PP* akan merepresentasikan lokal data untuk publik. Skema ekspor ini kerap juga disebut dengan ontologi lokal.
 - *Wrapper* adalah sarana untuk menjembatani antara skema ekspor ke/dari lokal data. *Wrapper* bukan saja digunakan untuk merubah format data, tetapi juga representasi data, *query*, dan respon.
- Komunitas Konteks
 - *Common ontology (CO)* adalah merupakan representasi konsep dari komunitas. *CO* memegang peranan sangat penting untuk referensi dari anggota komunitas. *CO* diletakkan di *SP*.
- Pemetaan Konteks
 - *Agreement* atau pemetaan adalah merupakan hal penting untuk dapat terjadinya pertukaran informasi antara *peer* anggota dari komunitas. *Agreement* merupakan pemetaan dari skema ekspor



ke *common ontology* dan disimpan pada PP. Agreement akan terdiri dari subset secara agreement unit, dan dinyatakan dalam model :

$$AU = \langle LO, CO, LC \rangle \quad (1)$$

dimana :

AU : agreement unit

LO : ontologi lokal

CO : *common ontology*

LC : pemetaan local ke *common ontology*

Dari tiga konteks di atas jelas *common ontology* memegang peranan sangat penting untuk tingkat keberhasilan pertukaran informasi dalam sebuah komunitas *P2P*.

4. Pemeliharaan Ontologi

Pemeliharaan ontologi dapat melalui berbagai pendekatan, pendekatan secara umum adalah :

- *mapping*, dimana dipetakan satu ontologi ke ontologi lainnya
- *merging*, dimana digabungkan dua atau lebih ontologi menjadi sebuah ontologi
- *alignment*, dimana penyesuaian ontologi karena ada perubahan atau penyesuaian *knowledge* dan konsep

Pada paper ini akan diuraikan sebuah bentuk yang prosesnya adalah merupakan pengabungan dari berbagai metode di atas. Pendekatan *mapping* digunakan pada model ini maka perhitungan *similaritas* adalah sangat penting. *Alignment* yang terjadi karena ada konsep dari peer di komunitas dan untuk alignment akan melalui tahap *mapping* dan *merging*.

4.1. Voting

Lokal ontologi adalah dapat dalam berbagai model, seperti '*data dictionary*', *ER* diagram, *RDF* sampai dengan ekspresi matematika logik. Permasalahan dalam pemilihan kandidat ontologi dan sumbernya adalah berarti memilih *provider peer* mana yang akan digunakan untuk memelihara *common ontology* di *super peer*. Disertai dengan memilih komponen skema ekspor dari *provider peer* yang bersangkutan yang akan digunakan.

Pendekatan voting adalah dilandasi dari OntoVote yang digabungkan dengan pendekatan umum integrasi ontologi. Voting yang dimaksud adalah tidak berbeda dengan voting umum yang terjadi pada kehidupan sosial. Yaitu kita memilih berdasarkan anggota *provider peer* mana yang paling sering menerima dan merespond *query* secara memuaskan.

Protokol komunikasi *P2P* akan mengikuti bentuk sebagai berikut :

- **Pengiriman *query***, RP melakukan penulisan *query* berdasarkan *view* dari CO dan mengirimkan *query* ke *cluster* atau komunitas, Model routing dari *query* menuju *provider peer* dapat terjadi dalam bentuk '*broadcast*' atau '*selected*' atau '*on-half*'. *Broadcast* adalah pengiriman *query* ke semua anggota komunitas, *selected* adalah pengiriman *query* ke *provider peer* yang telah dipilih oleh *request peer* berdasarkan kriteria tertentu, dan *on-half* adalah *query* yang dikirim terlebih dahulu ke *super peer* baru kemudian *super-peer* menentukan dengan mekanisme tertentu untuk dilanjutkan ke *provider peer*. Pada pendekatan ini akan lebih sesuai untuk model '*selected*'. Pencatatan alur *query* yang interaksi berlangsung secara independen antara *provider* dan *request peer* diperlukan sebuah mekanisme tertentu. Mekanisme ini tidak didiskusikan pada paper ini. Pengumpulan informasi *query* dari RP di SP dapat di catat dalam *tuple* Q_{RP} sebagai berikut :

$$Q_{RP} = \langle m_{ID}, Time, Q, RP_{addr}, PP_{addr} \rangle \quad (1)$$

dimana :

m_{ID} adalah ID unik yg dibangkitkan oleh SP,

Time adalah waktu terjadinya pengiriman *query*,

Q adalah *query* yang dikirim,

RP_{addr} adalah alamat dari *peer* pengirim *query*.

PP_{addr} adalah alamat tujuan ke *provider peer*

- **Negosiasi *query***, pengiriman sebuah *query* kepada *provider peer* kerap terjadi masih adanya perbedaan persepsi walau telah melalui *common ontology*. Karena *common ontology* adalah dibuat secara umum dan bertahap, sehingga hampir tidak mungkin memenuhi persepsi semua anggota komunitas (lokal ontologi). Dengan mencatat seringnya terjadi sebuah negosiasi maka kita dapat mengetahui bahwa lokal ontologi dari



provider peer yang bersangkutan perlu di adakan penyesuaian. Penyesuaian dapat terjadi pada lokal atau *common ontology*. Tapi pada kasus ini yang akan didiskusikan adalah untuk perubahan di *common ontology*. Perlu dibuat sebuah mekanisme untuk setiap negosiasi agar dapat di catat pada *super peer*, walau ini memerlukan beban proses komputasi dan jalur komunikasi. Negosiasi akan dicatat dalam *tuple* sebagai berikut :

$$Q_{neg} = \langle m_{ID}, Time, Neg, RP_{addr}, PP_{addr} \rangle \quad (2)$$

dimana :

m_{ID} adalah ID unik yg dibangkitkan oleh SP untuk negosiasi,
 $Time$ adalah waktu terjadinya proses negosiasi,
 Neg adalah hasil negosiasi yang dilakukan,
 RP_{addr} adalah alamat dari *peer* pengirim *query*.
 PP_{addr} adalah alamat tujuan ke *provider peer*

- **Respon query**, pada saat sebuah PP memberikan respon kepada sebuah *query* dari sebuah RP, RP akan memberikan umpan balik ke SP tentang respon yang diberikan RP memenuhi kebutuhan atau tidak dan dinyatakan dalam bentuk sebuah tuple :

$$RP_{resp} = \langle m_{ID}, Rp_{addr}, PP_{addr}, Hsl \rangle \quad (3)$$

dimana :

m_{ID} adalah ID unik sama nilainya dengan persamaan 2,
 RP_{addr} adalah alamat dari *peer* pengirim *query*.
 PP_{addr} adalah alamat tujuan ke *provider peer*
 Hsl adalah hasil penilaian dari RP terhadap jawaban yang diberikan oleh PP. Untuk awal kami lakukan hanya ada dua pilihan, yaitu memuaskan dan tidak memuaskan.

Dari proses protokol komunikasi di atas, maka perhitungan voting dan representasi *common ontology* akan melalui tahap sebagai berikut. Setelah selang beberapa T waktu, misalkan 3 bulan, maka di SP akan melakukan mekanisme perhitungan dengan melakukan *link* antara Q_{RP} , Q_{neg} dan RP_{resp} dengan *link* m_{ID} . Dengan hasil perhitungan ini nilai *hit* terhadap RP dan komponen di dalamnya dapat diketahui, yaitu:

- PP mana yang paling sering menerima *query*
- PP mana yang paling sering melakukan negosiasi
- PP mana yang paling sering memberikan jawaban memuaskan

Dari hasil di atas dapat dilakukan ranking berdasarkan tiga kriteria tersebut. Analisis dapat dilakukan dengan beberapa kemungkinan dengan contoh sebagai berikut :

- Sebuah PP mendapatkan *query* dalam jumlah tinggi tetapi tingkat negosiasi dan kepuasan respon rendah. Hal ini bisa disebabkan karena penggunaan representasi *local* ontologi atau skema eksport yang tidak sesuai. Bisa juga disebabkan pada waktu proses pendaftaran di *super peer* memberikan meta data yang kurang tepat. Dalam kondisi ini *super peer* sebaiknya memberikan informasi ke PP yang bersangkutan untuk memperbaikinya. Tujuannya adalah untuk mengurangi beban jaringan karena pengiriman *query* yang selalu gagal.
- Sebuah PP mendapatkan negosiasi dengan jumlah besar tetapi keberhasilan memberikan respon yang memadai rendah. Pada kasus ini adalah perlu dilakukan analisis rendahnya kualitas respon karena *common ontology* yang perlu diperbaiki, atau terjadinya ketidak sesuaian pada *wrapper* untuk membawa *query* dari level konsep ke level data.
- Sebuah PP memberikan respon dengan jumlah yang banyak, tetapi negosiasi adalah rendah. Pada PP seperti ini berarti telah terjadi kesesuaian konsep sehingga PP ini tidak perlu sebagai kandidat ontologi untuk masukan dalam pemeliharaan *common ontology*.

Dari hasil perhitungan *hit* terhadap jumlah *query*, negosiasi dan respon, maka pemilihan ontologi lokal dari *provider peer* bisa dipilih untuk memperbaiki Langkah urutan proses perhitungan akan melihat kepada :

- PP mana yang paling banyak melakukan negosiasi (voting), ini menunjukkan pada PP ada ketidak sesuaian baik terhadap *common ontology* atau anggota komunitas.
- Dari PP di atas mana yang paling banyak menerima *query* (voting), ini menunjukkan 'popularitas' dari *provider peer* yang bersangkutan.



- Dari PP di atas mana yang paling dapat memberikan jawaban memuaskan (representasi). Dalam hal ini akan dipilih dari PP yang kurang bisa memberikan jawaban memuaskan berarti merupakan kandidat sebagai masukan dalam penyempurnaan *common ontology*.

Proses penentuan calon PP untuk input pemeliharaan *common ontology* adalah:

- Mengurutkan PP berdasarkan Q_{RP} kemudian Q_{neg} kemudian RP_{resp} .
- Hasil urutan di atas akan diseleksi lagi berdasarkan kriteria batas nilai minimum hit (Q_{RP}).
- Hasil seleksi diatas jika terlalu banyak bisa dilakukan seleksi lagi berdasarkan memilih sejumlah PP dengan nilai hit (Q_{RP}) terbesar.

4.2. Similaritas

Pemeliharaan ontologi dengan melihat konsep di *provider peer*, akan memerlukan proses *mapping* dan *merging* dalam mencapai *alignment*. Sebelum melakukan proses *mapping* dan *merging* perhitungan *similaritas* adalah sangat penting. Setiap ontologi dapat direpresentasikan dalam sebuah hirarki label terminologi.

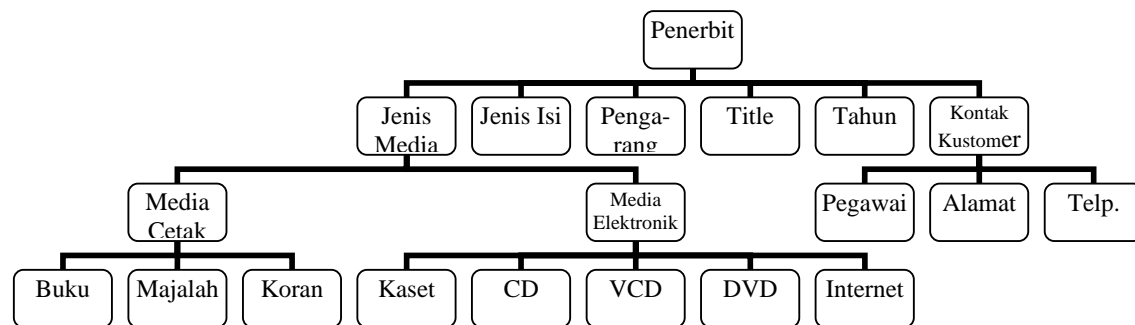
Langkah pertama untuk *similaritas* adalah pendekatan *linguistic/label matching*. Ada dua proses umum pada label matching. Diawali dengan analisis linguistik, seperti merubah singkatan, menghindari perulangan, imbuhan-akhira. Kemudian dilanjutkan dengan mengacu kepada thesaurus seperti *WordNet*. Perhitungan ini akan menghitung label dengan melihat hubungan semantiknya secara linguistik. Hasil perhitungan ini dapat dinyatakan dalam tuple $\langle LCO_i, LPPj-k, SimLabel \rangle$., dimana LCO_i adalah label ke-i pada CO, $LPPj-k$ adalah label ke- pada PP ke-j, $SimLabel$ adalah perhitungan *similaritas* berdasarkan *WordNet*. Hasil dari langkah pertama diperkaya dengan pendekatan perbandingan struktur internal dan eksternal.

Perbandingan internal struktur adalah membandingkan 'language' dan 'real' attribute. Secara sederhana untuk menghitung internal struktur dari dua kelas adalah dengan melihat berapa jumlah attribute yang sama akan dibagi dengan jumlah attribute terbesar dari sebuah kelas. $IS = similar\ attribute / [maks\ attribute\ pada\ sebuah\ kelas]$. Hasil ini juga dinyatakan dengan tuple $\langle CCO_i, CPPj-k, SimIS \rangle$., dimana CCO_i adalah *class* ke-i pada CO, $CPPj-k$ adalah *class* ke- pada PP ke-j, $SimIS$ adalah perhitungan perbandingan internal struktur.

Perbandingan eksternal struktur adalah melihat set dari *upper-class*. Secara sederhana untuk menghitung eksternal struktur dari dua kelas adalah dengan melihat berapa jumlah *upper-class* yang sama akan dibagi dengan jumlah *upper-class* terbesar dari sebuah kelas. $ES = similar\ upper-class / [maks\ upper-class\ pada\ sebuah\ kelas]$. Hasil ini juga dinyatakan dengan tuple $\langle CCO_i, CPPj-k, SimES \rangle$., dimana CCO_i adalah *class* ke-i pada CO, $CPPj-k$ adalah *class* ke- pada PP ke-j, $SimES$ adalah perhitungan perbandingan eksternal struktur.

Untuk ilustrasi digambarkan potongan dari sebuah *common ontology* pada perusahaan penerbit. Dalam kegiatan bisnisnya baik untuk mencari bahan pokok ataupun distribusi ke pelanggan, maka penerbit akan perlu mencari informasi yang sesuai. Pada contoh ini kita lihat sebuah domain untuk bidang industri buku. Ternyata dari hasil voting terpilih dua buah *provider peer* sebagai masukan penyempurnaan *common ontology*. Pada contoh ini kami akan mendemonstrasikan pentingnya *similaritas*. Karena keterbatasan halaman, maka kami tidak dapat mempertunjukkan semua *class* dan hasil akhir dari pemeliharaan ontologi.

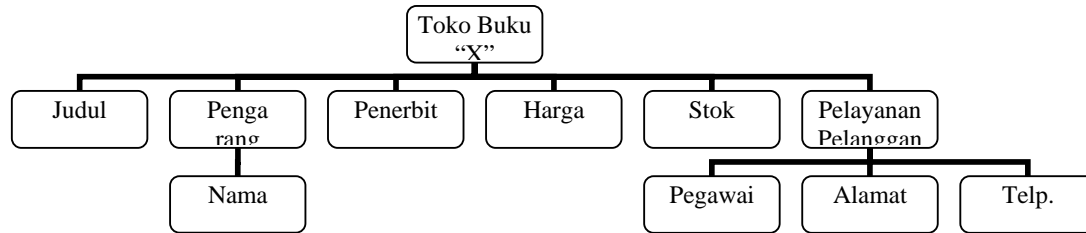
CO ontologi (fragmented) :



Gambar 1 *Common Ontology (fragmented)*

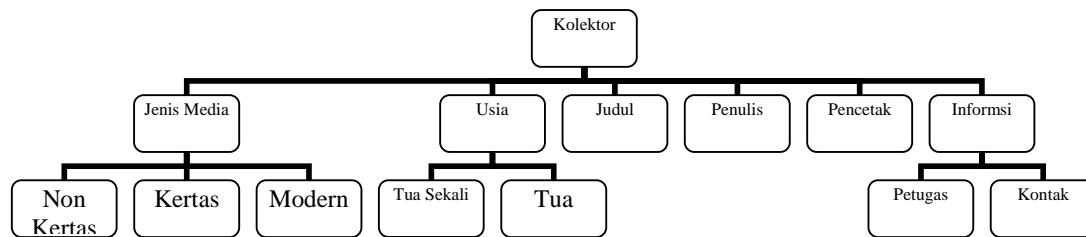


PP1 (toko buku):



Gambar 2 Provider Peer 1 (Toko Buku)

PP2 (museum buku):



Gambar 3 Provider Peer 2 (Museum Buku)

Beberapa kasus akan ditinjau sebagai berikut :

- Untuk memasukkan PP2:Penulis ke CO:Pengarang, dengan mudah dapat dilakukan dengan menggunakan label matching.
- Kita ragu dengan CO:KontakKustomer:Telp terhadap PP2:Informasi:Kontak, apakah ini dapat digunakan untuk pemeliharaan atau tidak. Misalkan ternyata attribute dari PP2:Informasi:Kontak adalah [type:angka, maks:10], maka berdasarkan internal struktur kita bisa mengatakan bahwa antara CO:KontakKustomer:Telp terhadap PP2:Informasi:Kontak memiliki kesamaan. Tetapi andaikan PP2:Informasi:Kontak adalah [type:character], maka berdasarkan internal struktur kemungkinan besar adalah tidak sama.
- Melihat kepada CO:Pengarang>Nama terhadap PP1:PelayananPelanggan>Nama, jika hanya mengacu kepada label matching, maka dikatakan itu adalah sama. Tetapi dengan mempertimbangkan eksternal struktur, kita bisa dapatkan perhitungan bahwa itu adalah konsep *class* yang berbeda. CO:Pengarang>Nama adalah nama orang, sementara PP1:PelayananPelanggan>Nama adalah dapat merupakan nama orang atau institusi.

Dengan melakukan langkah *voting* dan tiga jenis similaritas maka pemeliharaan *common* ontologi di lingkungan P2P dapat berlangsung berdasarkan kedinamisan dari komunitas. Bukan hanya bergantung dari perancang di tingkat *super peer* saja.

5. Penutup

Pada paper ini telah memberikan konstibusi pada pemeliharaan *common* ontologi berdasarkan keanggotaan dari komunitas pada P2P. Pendekatan yang digunakan adalah *voting* untuk memilih calon PP sebagai input, kemudian dilakukan perhitungan *similaritas* untuk memasukkan konsep dari PP ke *common* ontologi.

Model P2P pada dunia industri adalah sudah dimulai dengan penerapan model ekstranet. Sehingga dengan pemeliharaan *common* ontologi yang lebih baik akan memudahkan terjadinya pertukaran informasi pada level data dan konsep.

Pada langkah ke depan akan dilakukan implementasi pada prototype, untuk mengevaluasi hasil capaian, serta juga melihat performance atau pemakaian sourcec jaringan P2P.



Daftar Pustaka

- [1] Milojkic D.,DM, etc., 2002, "Peer-to-Peer Computing,"
- [2] Guarino N., 1998,NG, "Formal Ontology in Information Systems.",Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy, 6-8 June. Amsterdam, IOS Press, pp. 3-15.
- [3] Sheth A.P, 1998,APS, "Changing Focus On Interoperability In Information Systems: From System, Syntax, Structure, To Semantics," MITRE, Dec 3rd,
- [4] Benjamins R., RB, 2000, "Knowledge System Technology: Ontologies and Problem Solving Methods", ,15th May 2004, www.swi.psy.uva.nl/usr/richard/pdf/kais.pdf
- [5] Gruber T.R, TRG,1993,"A translation approach to portable ontologies", Knowledge Acquisition, 5(2):199-220
- [6] Fernandez M.,MF, 1999,"Building a Chemical Ontologi Using MENTHONTOLOGY and the Ontology Design Environment," IEEE Expert (Intelligent Systems and Their Applications), 14(1):37-46,
- [7]WordNet homepage, akses Januari 2005, <http://WordNet.princeton.edu>
- [8]Michelizzi J.,JM, 2005, "Similarity and other current activities", akses Juni 2005 <http://www.d.umn.edu/~tpederse/Group04/jm-slides-sep-9.pdf>
- [9] Wicaksana, IWS, 2006, Desertasi Doktor : "A Peer to Peer (P2P) Based Semantic Agreement Approach for Spatial Information Interoperability", Universitas Gunadarma.
- [10] Lintang Yuniar B., LYB,2005, "Pemeliharaan Common Ontology pada P2P dengan Voting dan Representasi", Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi (SNTI) 2005, Universitas Tarumanegara, Jakarta,halaman
- [11] Wicaksana, IWS,2005, " Pentingnya Peranan Bahasa dalam Interoperabilitas Informasi berbasisan Komputer karena Keragaman Semantik", Prosiding Seminar Ilmiah Nasional (PESAT 2005),Universitas Gunadarma,Jakarta, halaman

