

SEMANTIC-WEB SOLUSI INTEROPERABILITAS INFORMASI SEBAGAI PENUNJANG JARINGAN SISTEM PRODUKSI

Lily Wulandari¹, I Wayan Simri Wicaksana²

¹ Mahasiswa S3 Ilkom Universitas Gunadarma, Jakarta ; lily@staff.gunadarma.ac.id

² Mahasiswa S3 Ilkom Universitas Gunadarma, Jakarta dan Univeristé de Bourgogne, Dijon-France ; iwayan@u-bourgogne.fr

Abstrak

Jaringan sistem produksi tidak bisa dihindari untuk menghadapi persaingan global. Penerapan jaringan sistem produksi perlu ditunjang juga oleh jaringan informasi atau pertukaran informasi yang baik. Internet telah memberikan dukungan yang luar biasa untuk pertukaran informasi, walaupun juga melahirkan keragaman informasi dari sumber. Keragaman ini harus diatasi untuk memudahkan interoperabilitas informasi, pendekatan semantic web dan ontologi akan diaplikasikan untuk mengatasinya. Model hybrid ontology dan local ontology serta mapping MISWHO adalah kunci utama dalam mencapai interoperabilitas pada paper ini.

Kata Kunci: jaringan system produksi, interoperabilitas informasi, keragaman informasi, semantic web, ontology

1. Pendahuluan

Paradigma sistem produksi yang bergeser ke jaringan sistem produksi jelas memerlukan beberapa sarana untuk mencapai efektifitas dan efisiensi yang baik. Dan paradigma ini juga terjadi pada model CIM dan JIT yang dari model intra-organisasi terbatas, menjadi model inter-organisasi yang terbuka.

Salah satu penunjang untuk kesuksesan jaringan sistem produksi adalah dukungan jaringan informasi. Dengan kata lain pertukaran, interoperabilitas dan integrasi informasi sangat penting. Internet telah banyak memberikan kemudahan untuk mewujudkan hal ini. Disisi lain Internet juga mendorong semakin banyaknya sumber informasi dengan keragaman yang ada.

Jelas dari adanya keragaman informasi akan merupakan salah satu permasalahan dalam interoperabilitas. Pendekatan tradisional seperti standarisasi telah mulai digunakan, tetapi kendalanya adalah pengembangan standarisasi membutuhkan waktu dan yang menerima standar tersebut relatif terbatas. Di era Internet, pertukaran informasi semakin terbuka.

Permasalahan interoperabilitas informasi dengan adanya keragaman adalah merupakan sebuah hal yang perlu diperhatikan dalam mendukung jaringan sistem produksi. Pada paper ini kami mengemukakan pendekatan untuk mengatasi keragaman tersebut, khususnya pada tingkat semantik dengan menggunakan semantic web dan ontologi.

Paper ini akan dibagi menjadi beberapa bagian, pada bagian 2 yaitu tentang latar belakang akan melihat secara ringkas tentang pemahaman sistem produksi dan keragaman informasi. Bagian 3 akan menguraikan pendekatan kami untuk mengatasi keragaman informasi dengan semantic web dan ontologi. Contoh kasus dari pendekatan kami, akan diuraikan pada bagian 4. Bagian 5 adalah kesimpulan dari paper kami.

2. Latar Belakang

Kompetisi dalam industri manufaktur saat ini sama seperti yang pernah ada sebelumnya, tetapi dalam cara yang berbeda. Di masa lalu, industri manufaktur berkompetisi melalui disain atau proses pabrikan. Saat ini kompetisi sudah bergeser ke arah aspek yang lain yakni manajemen informasi dan penggunaan yang efektif dari rantai persediaan/*supply chain*. Menurut Abernathy, pada bukunya yang berjudul "A Stitch in Time" (Steven R. Ray, 2002) dikisahkan bagaimana industri pakaian Amerika memanfaatkan teknologi informasi dalam rangka survive melawan kompetisi harga murah.

2.1. Sistem Produksi

Sistem Produksi secara garis besar digunakan untuk pembuatan produk atau penyediaan jasa. Kita mempertimbangkan sistem produksi untuk satuan aktivitas yang diperlukan untuk suatu keluaran yang diinginkan yakni produk jadi. Ada banyak subsistem dalam suatu sistem produksi, sebagai contoh, bagian pemesanan *raw material*, pengiriman pada suatu pabrik dan tanggapan keluhan pelanggan.

Sistem produksi yang paling banyak dipakai saat ini adalah yang berasal dari Eropa dan Amerika. Sistem produksi tersebut dikenal sebagai sistem produksi *western*. Ciri-ciri dari sistem produksi ini antara lain:

- melakukan peramalan dalam menentukan kuantitas produksi,
- melakukan optimasi dalam penjadwalan produksi, penentuan kebutuhan bahan, penentuan kebutuhan mesin, pekerja, dan lain-lain.
- terdapatnya departemen pengendalian kualitas,
- terdapatnya gudang penerima dan gudang *warehouse* sebagai penyimpanan persediaan, dan lain lain.

Pada tahun 1980-an sistem produksi Jepang mulai menunjukkan keunggulan-keunggulannya sedangkan *western* justru baru mulai merekonstruksi dan merestrukturisasi sistem produksinya baik melalui teknik-teknik produksinya maupun manajemennya. Pada tahun 1990-an Jepang nampak berkembang pesat dan jauh meninggalkan Eropa ataupun Amerika.

Sistem produksi Jepang dikenal dengan nama Sistem Produksi Tepat-Waktu (*Just In Time*). Filosofi dasar dari sistem produksi Jepang (JIT) adalah memperkecil ke mubaziran (*Eliminate of Waste*). Bentuk kemubaziran antara lain adalah kemubaziran dalam waktu, misalnya ada pekerja yang menganggur (*idle time*), mesin yang menganggur, waktu transport dalam pabrik tidak efisien, jadwal produksi yang tidak ditepati, keterlambatan material, lintasan produksi yang tidak seimbang sehingga terjadi *bottle-neck*, terlambatnya pengiriman barang, banyak-nya karyawan yang absen, dan sebagainya.

Untuk dapat melaksanakan *eliminate waste* Jepang melakukan strategi sebagai berikut :

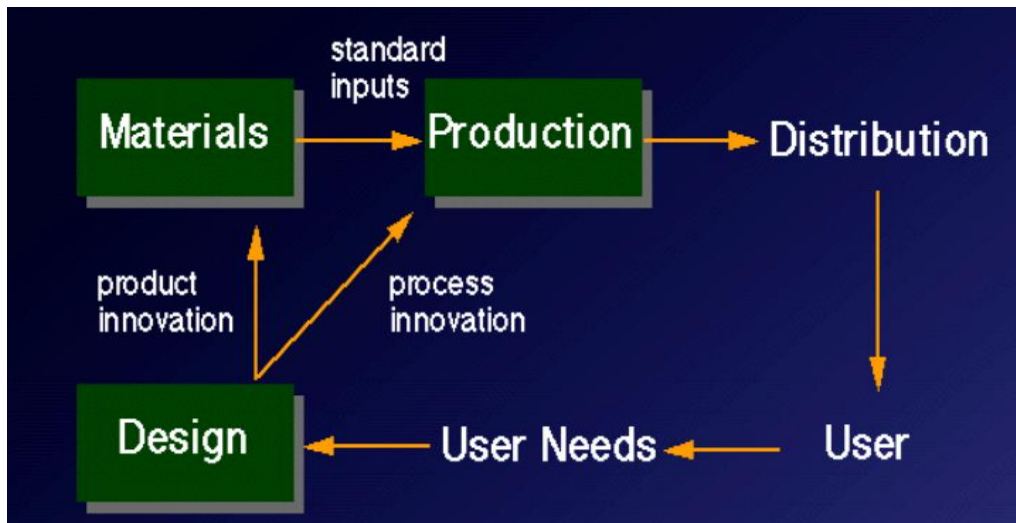
- Hanya memproduksi jenis produk yang diperlukan
- Hanya memproduksi produk sejumlah yang dibutuhkan
- Hanya memproduksi produk pada saat diperlukan.

Tujuan utama dari sistem produksi JIT adalah untuk dapat memproduksi produk dengan kualitas (*quality*) terbaik, ongkos (*cost*) termurah, dan pengiriman (*delivery*) pada saat yang tepat, dan disingkat QCD. Tujuan utama ini bisa dicapai jika ketiga unsur itu dapat dilaksanakan secara terpadu, yaitu melakukan pengendalian kuantitas dan kualitas dengan baik. Untuk dapat menentukan kuantitas dan kualitas yang tepat maka diperlukan sistem informasi yang baik.

Dalam banyak organisasi, lingkup pengembangan adalah *project-centered*. Prioritas proyek menentukan alokasi sumber daya dan keputusan disain. Karena suatu proyek harus memenuhi kebutuhan *end user* (pemakai akhir) baik dalam biaya dan jadwal, ada sedikit perangsang untuk koordinasi antar proyek dan untuk investasi dalam hal penggunaan kembali (*reuse*). Untuk merencanakan perubahan dan pertumbuhan teknologi, lingkup pengembangan harus pula meliputi domain dan diorganisasikan berbentuk sistem produksi Deming [9, 2004]. Gagasan Deming dari suatu sistem produksi ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah. Gambar ini menjelaskan aktivitas yang penting dari suatu organisasi.

Kebutuhan Pemakai adalah suatu aktivitas yang meliputi analisis pasar, analisis keperluan, definisi produk dan perencanaan strategis. Karena organisasi komersil, fokus dari aktivitas ini terutama semata pada mengidentifikasi corak produk yang meningkatkan nilai pelanggan. Disain adalah suatu aktivitas R&D yang memusatkan pada peningkatan sistem produksi - baik proses maupun produk.

Pengawasan proses statistik diberlakukan bagi langkah produksi sedangkan teknologi produk diberlakukan untuk menggambarkan dan meningkatkan material itu. Pengintegrasian mengacu pada kemampuan untuk memahami kebutuhan dengan memperhatikan lingkup dan sistem yang lebih luas dan tidak memusatkan pada permasalahan individu.



Gambar 1. Deming Model

Istilah “*manufacturing interoperability*” mengacu pada kemampuan untuk berbagi teknik dan informasi bisnis. Cara berbagi informasi sebelumnya dalam bentuk kertas dan pembicaraan lewat telepon. Saat ini berbagi informasi bisa dilakukan secara elektronik dan menekan error dengan para penyalur dan pelanggan di seluruh dunia. Perusahaan dan kultur nasional yang berlainan, jumlah informasi yang banyak dan beragam dan tidak adanya standard baik regional dan internasional membuat kebutuhan akan interoperabilitas infrastruktur yang jelas semakin mendesak. Hasil studi melaporkan bahwa sektor otomotif U.S. membelanjakan satu milyar dollar setiap tahun untuk memecahkan permasalahan interoperabilitas. Studi juga melaporkan bahwa sebanyak 50% dari pembelanjaan ini berkaitan dengan isu pertukaran file data. Pada seksi berikut akan menyoroti adanya keragaman pada sistem informasi berbasis komputer.

2.2. Keragaman Informasi

Tujuan dari interoperabilitas data atau informasi adalah untuk menyediakan suatu pandangan untuk mengakses ke data atau informasi pada berbagai sumber yang beragam. Banyak riset dan prototipe telah dilaksanakan dalam bidang interoperabilitas informasi. Pendekatan dari interoperabilitas telah diperkenalkan dari pendekatan yang tradisional ke pendekatan baru seperti mediasi semantik / *semantic mediation*.

Banyaknya sumber informasi telah meningkat secara dramatis dalam dekade terakhir ini. Jenis sumber informasi lebih beragam, besar, dinamis, otonomi, dan terbuka. Pengintegrasian dan interoperabilitas adalah kunci penting untuk sistim informasi yang modern itu. Bagaimanapun, ada banyak permasalahan untuk menghadapi pengintegrasian dan interoperabilitas informasi.

Pengintegrasian dan interoperabilitas informasi memerlukan perbedaan dalam memodelkan, keragaman sumber informasi, ketepatan query dan unjuk kerja. Peneliti dan praktisi di bidang database dan pengintegrasian informasi sudah menghasilkan suatu usaha yang besar untuk memudahkan interoperabilitas. Riset terbentang dari teknik untuk *mapping* sampai pada menjawab *query* yang menggunakan berbagai sumber.

Internet dan World Wide Web adalah sumber informasi yang terus meningkat, membutuhkan pertukaran data, membutuhkan integrasi/interoperabilitas dan memperkenalkan permasalahan yang baru. Permasalahan dapat digolongkan dalam sumber informasi dan pertukaran informasi.

Sumber informasi dalam Internet memperkenalkan masalah pada beberapa isu yang muncul:

- Web adalah besar (masive). Jumlah halaman web pada tahun 2003 sudah lebih dari 2 milyar. Jumlah ini diramalkan menjadi dua kali lipat dalam satu tahun. Untuk menemukan sumber yang sesuai pada isi web, ketersediaan, kecepatan, dan kepercayaan adalah tugas yang sulit.
- Web adalah terdistribusi. Teknologi WWW telah memperkenalkan otoritas dan desentralisasi yang lebih dalam memproduksi sumber informasi. Web adalah produk dari banyak individu yang mempunyai domain dan minat yang berbeda. Domain yang berbeda dapat menggunakan 'kosa kata/vocabulary' yang berbeda, dan pengendalian/kontrol yang lebih sedikit dalam isi dan catalog. Lagipula, konflik dapat terjadi di antara web sebagai sumber informasi. Peningkatan dari otonomi akan memberi masalah lain untuk pengintegrasian. Ada banyak macam otonomi menurut Ozsu (I Wayan, et al, 2005): otonomi disain (memiliki penyajian data sendiri, memiliki domain sendiri), otonomi komunikasi (komunikasikan ke yang lain), pelaksanaan otonomi (operasi yang lokal tanpa dipengaruhi oleh operasi eksternal), dan otonomi asosiasi (berbagi tingkat dari sumber).
- Web adalah dinamis. Web dapat terhubung dan tak terhubung setiap waktu. Beberapa halaman dapat statis atau berubah secara reguler atau dalam kurun waktu tertentu yang tak dapat diramalkan. Perubahan ini boleh jadi sangat berarti. Kondisi yang dinamis membutuhkan pendekatan khusus untuk pengintegrasian informasi.
- Web adalah dunia yang terbuka / open world. Halaman web ada tersedia di seluruh dunia, dan tiap-tiap individu dapat menghasilkan atau menggunakan halaman tersebut.

Pertukaran informasi akan menghadapi beberapa keragaman yang mengacu pada web terdistribusi. Menurut Sheth (I Wayan, et al, 2005) ada 2 kelompok yang heterogen yakni: informasi dan sistem yang beragam. Banyak tipe yang beragam dalam kaitan dengan perbedaan teknologi. Informasi yang beragam mempunyai tingkat yang berbeda dari sistem interoperabilitas, sintaksis, struktur, dan semantik. Sheth menulis jenis perbedaan ini dalam sistem informasi pada tabel 1.

Syntactic heterogeneity (keragaman syntaktik) adalah perbedaan di dalam aspek kemampuan membaca (*machine-readable*) penyajian data, juga menunjukkan pemformatan, seperti : format data tidak sejenis. Skema adalah definisi yang menetapkan struktur dari data dan hasil dari suatu tahap disain database. Semantik adalah keragaman akan sebuah persepsi informasi, sebagai contoh: homonim, sinonim atau atribut yang berbeda dalam database.

2.3. Motivasi dan Problem

Mengacu kepada model sistem produksi dari Jepang yang sangat bersandar kepada sistem informasi antar komponen produksi di internal dan juga pendukung eksternal hingga ke komunikasi dengan pengguna. Jelas peran sistem informasi tidak bisa diabaikan.

Pada industri yang fleksibel / *craft*, maka ukuran volume produk adalah dari level kecil ke menengah. Perubahan akan jenis produk juga membawa perubahan akan kebutuhan material. Hal ini dapat dilihat dari gambar 1 model Deming. Dalam mencari material diperlukan akses ke sumber informasi dari pemasok. Disisi lain terjadinya keragaman informasi dari pemasok dalam format data, menyajikan informasi, merepresentasikan informasi, dan juga mengaksesnya. Permasalahan ini memotivasi kami membawa pendekatan semantic web dan ontologi ke domain manufaktur untuk jaringan produksi, khususnya dalam pencarian informasi untuk *raw material*.

Tabel 1. Keragaman Sistem Informasi

Tipe Keragaman	Tipe Interoperabilitas
Information Heterogeneity	
Keragaman Semantik	Interoperabilitas Semantik
Struktural, Keragaman Penyajian/skematik	Interoperabilitas Skematik

Tipe Keragaman	Tipe Interoperabilitas
<i>Syntactic</i> , Keragaman Format	Syntactic Interoperability
Keragaman Sistem	Interoperabilitas Sistem
<i>Keragaman Sistem Informasi</i>	Tingkat Operasional
Sistem manajemen simpanan media digital	
Sistem Manajemen Basis Data (keragaman Sistem manajemen basis data, model data, kemampuan sistem seperti kontrol <i>Concurrency</i> dan <i>recovery</i>)	
<i>Platform Heterogeneity</i>	<i>Low Level</i>
Sistem Operasi (keragaman sistem file, penamaan tipe file, operasi, dukungan transaksi, IPC, protokol, layanan)	
Sistem Perangkat Keras (Keragaman kumpulan instruksi, penyajian data/pengkodean)	

3. Pendekatan Hybrid Ontology dan Semantic Web untuk Interoperabilitas di Jaringan Sistem Produksi

Pendekatan ontologi dan semantik web adalah sebuah pendekatan relatif baru untuk sistem interoperabilitas yang menggabungkan pendekatan dari sisi database dan intelegensi buatan. Hal ini dikarenakan pendekatan tradisional seperti translasi, standarisasi, data warehouse tidak memenuhi lagi dengan beragamnya jenis sumber informasi yang tersedia. Perbedaan kemampuan dari pendekatan tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Proses jaringan sistem produksi akan melibatkan banyak pihak yang semakin terbuka dan luas. Dan teknologi yang digunakan juga menggunakan teknologi Internet. Pada model CIM dan JIT awal, pendekatan pertukaran informasi lebih masih bersifat Intranet walau sudah antar berbagai perusahaan/institusi. Tetapi pada saat ini pertukaran informasi untuk jaringan sistem produksi akan semakin terbuka dalam model Internet.

Berbagai perbedaan dalam persepsi informasi dari satu perusahaan ke yang lainnya bisa sekali terjadi. Dalam paper ini akan dikemukakan sebuah perusahaan perakitan komputer yang bersifat 'craft industry'. Sebagai motivasi permasalahan adalah banyaknya berbagai terminologi dan klasifikasi yang dinamis di industri komputer. Sebagai contoh sederhana, kalau kita bicara komputer server kelas menengah, maka pemahaman dari kelas menengah dari satu perusahaan ke yang lainnya bisa berbeda. Sehingga diperlukan sebuah pendekatan untuk interoperabilitas informasi terutama pada bagian pembelian 'raw material' untuk perakitan yang sesuai. Pada sub-bagian ini akan diuraikan penerapan pendekatan ontologi dan semantik web untuk interoperabilitas pencarian data 'raw material' pada industri komputer.

3.1. Semantic Web

Pendekatan tradisional untuk pengintegrasian atau interoperabilitas informasi telah diperkenalkan. Beberapa usaha berfokus pada 2 area : standarisasi dan arsitektur. Usaha standarisasi yang telah dilaksanakan adalah:

- Syntactic standardization, seperti: Dublin Core, DIGEST.
- Structural standardization, seperti: GEMET, UDK.
- Data Interchange Protocols and Medi39.50, XML, RDF

Arsitektur tradisional bukanlah solusi yang sesuai untuk tantangan saat ini. Semantic web diperkenalkan dengan penggunaan pendekatan semantik untuk memecahkan permasalahan itu. Ontologi menjadi alat yang 'hot' untuk pendekatan semantik. Interoperabilitas semantik dicapai oleh penggunaan menurut hubungan antar terminologi ke ontologi yang berseberangan, seperti menggunakan *sinonim*, *hyponyms* dan *hyponym*.

Semantic Web telah mengantar evolusi WWW ke tingkat pemanfaatan yang lebih baik. Ada dua visi dalam pengembangan web ke depan, yaitu pertama, membuat web semakin baik sebagai media kolaborasi, dan yang kedua, web semakin dapat dipahami oleh mesin. Dengan memberikan anotasi data akan membuat informasi yang lebih dapat dipahami oleh mesin. Untuk mengembangkan Semantic Web (Berners-Lee, 1999) beberapa hal dibutuhkan seperti :

- Mengembangkan bahasa dan terminology. Bahasa yang digunakan untuk mengkespresikan sesuatu yang dapat membuat mesin lebih bisa memahami dengan meta-informasi untuk dokumen, dan terminology sebagaimana ontologi digunakan untuk mengekspresikan konsistensi dari semantic.
- Mengembangkan tool dan arsitektur baru yang menggunakan bahasa dan terminology tersebut untuk mengakses, merubah dan integrasi informasi.
- Mengembangkan aplikasi yang memberikan sebuah tingkat pelayanan baru kepada pemakai dengan Semantic Web.

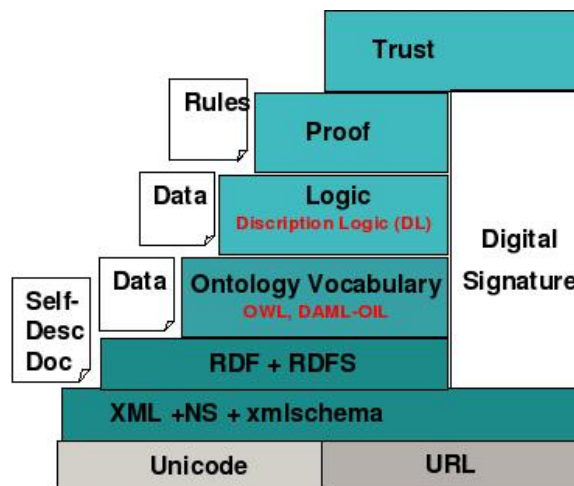
Bahasa pada Semantik Web mencakup dua aspek (Fensel, et al, 2002), pertama sintaks formal dan semantik formal untuk meng-anotasi data untuk membuat mesin dapat memahami informasi. Kedua, memberikan vokabulari referensi yang dapat digunakan sebagai sarana untuk berbagi informasi dan pengetahuan. Secara ringkas piramida dari bahasa untuk Semantic Web dapat dilihat di gambar 2.

Tabel 2. Berbagai Arsitektur untuk Sistem Interoperabilitas / Integrasi

<i>Arsitektur</i>	<i>Keunggulan</i>	<i>Keterbatasan</i>	<i>Tool yang digunakan</i>	<i>Level</i>
Translasi	<ul style="list-style-type: none"> • memberikan kontrol yang baik untuk translasi point ke point 	<ul style="list-style-type: none"> • membutuhkan jumlah translator yang banyak untuk sistem terbuka / internet • penambahan satu sumber informasi, perlu mengkonstruksi $2(n-1)$ translator 	Membutuhkan $n*(n-1)$	Data
Standarisasi	<ul style="list-style-type: none"> • digunakan sebagai pivot, model kanonikal atau meta-model • mengurangi jumlah translator 	<ul style="list-style-type: none"> • kesulitan mendefinisikan standard yang diterima semua • membuat meta-model yang komprehensif adalah sulit 	Membutuhkan $2n$ translator	Data
Federasi	<ul style="list-style-type: none"> • merupakan turunan dari standarisasi • menangani lokal sumber informasi yang autonomus 	<ul style="list-style-type: none"> • menggunakan global dan statik skema federal • mengembangkan skema federal adalah sulit • perubahan sumber informasi harus merubah skema federal 	Membutuhkan $2n$ translator	Data

<i>Arsitektur</i>	<i>Keunggulan</i>	<i>Keterbatasan</i>	<i>Tool yang digunakan</i>	<i>Level</i>
Multi-base	<ul style="list-style-type: none"> menggunakan satu 'bahasa' untuk berbagai sumber informasi 	<ul style="list-style-type: none"> penggunaan 'bahasa' korporat tidak mengekspor semantik lokal Pengguna diminta untuk mencari dan memahami semantik dari sumber 	berbasis query	D.P
Mediasi	<ul style="list-style-type: none"> mengkombinasikan translator dan semantik menghandel lokal sumber informasi yang autonomous berorientasi data dan proses 	<ul style="list-style-type: none"> sulit untuk membuat proses mediator yang otomatis 	membutuhkan 2n semantik translator	Data, Proses
Ontologi	<ul style="list-style-type: none"> berorientasi solusi dengan semantik 	<ul style="list-style-type: none"> penggunaan ontologi yang ekstensif memakan volume membutuhkan meta-level translator 	semantik	Data

Awal pendekatan untuk pengintegrasian semantik adalah sebagian besar didasarkan pada penggunaan dari thesauri untuk menterjemahkan antar kosa kata (*vocabularies*) yang spesifik. Pendekatan ini akan tergantung pada domain dari *thesauri*, seperti masalah yang dinyatakan pada pengintegrasian ontologi secara global. Suatu aspek yang rumit dari penciptaan Semantik Web adalah untuk memungkinkan para pemakai yang bukanlah ahli secara logika untuk menciptakan mesin yang mampu membaca isi yang lebih detil yang mendekati ke pemecahan dari semantik yang tidak sejenis untuk pengintegrasian/interoperabilitas semantik.



Gambar 2. Piramida Semantic Web, bersumber dari www.w3.org

Model yang akan digunakan untuk interoperabilitas dengan Semantic Web dan ontologi sebagai penunjang jaringan sistem produksi akan dimulai dengan lapis 1 (XML, XMLS) dan lapis 2 (RDF, RDFS). XML adalah sebenarnya bukan sebuah bahasa, lebih sesuai dikatakan sebagai sebuah aturan

sintaks untuk membuat bahasa markup yang lebih semantik pada domain tertentu. Dengan kata lain, kita menggunakan XML untuk mengembangkan bahasa baru, seperti MathML adalah markup bahasa untuk matematika, dan ini disebut sebuah aplikasi dari XML. Dengan memberikan konsep 'mark' ini atau instruksi semantik, maka pemahaman sebuah informasi semakin mudah. Misalkan catalog komponen komputer, akan dibagi menjadi karakteristik dasar, karakteristik ikutan, contoh aplikasi, dan sebagainya.

XML Schema (XMLS) adalah sebuah definisi dari XML untuk memberikan aturan untuk sebuah dokumen XML, seperti analoginya pada database konvensional adalah XMLS bagaikan data dictionary, sementara XML adalah data di Xbase-nya.

Resources Description Framework (RDF) adalah sebagai sebuah bahasa formal yang berbasiskan XML, URI dan unicode. RDF adalah sebuah dasar untuk pemrosesan metadata, dimana metadata dalam web dapat di kodekan, dipertukaran dan dipergunakan. RDF terdiri dari tiga jenis bagian (triple) subyek-predikat-obyek, dimana bisa disebut juga sebagai:

- Resources, adalah bagian dari sumber informasi, dalam era Internet di representasikan dalam alamat web atau URL, ini disebut subyek atau obyek.
- Property, adalah sebuah karakteristik dari atribut atau relasi untuk menjelaskan sumber, ini disebut juga predikat.

RDF bukanlah melakukan pendefinisian semantik secara langsung dari setiap sumber, tetapi lebih melakukan penjelasan untuk lebih dapat dipahami oleh mesin, sehingga memudahkan untuk pertukaran data.

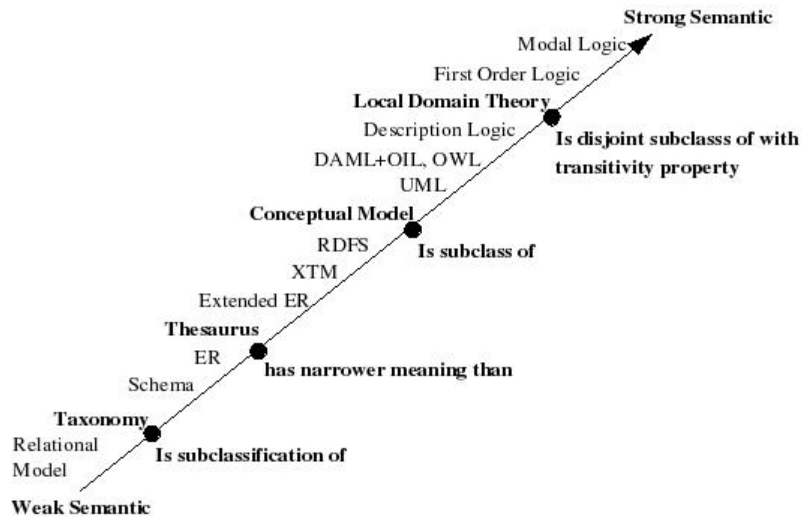
RDF Schema (RDFS) adalah sebuah lapisan diatas RDF, dan merupakan sebuah set standard sederhana dari sumber RDF yang memungkinkan untuk membuat vokabulari RDF sendiri. Model dari RDFS memiliki kemiripan dengan yang digunakan oleh object-oriented, yaitu dengan memiliki class, relation, property dan instance. Class adalah kumpulan dari obyek yang memiliki kesamaan karakter. Relation adalah sifat hubungan antar kelas. *Property* adalah karakter dari sebuah kelas. Instances adalah sebuah obyek yang merupakan anggota sebuah kelas.

3.2. Ontologi

Sebuah ontologi adalah merupakan sesuatu yang formal, menjelaskan secara eksplisit sebuah konsep yang spesifik untuk saling berbagi pada domain khusus dalam sistem komputer (Gruber, 1995). Konsep ini mengacu kepada sesuatu yang abstrak, suatu pandangan dari hal nyata yang didefinisikan berelasi dengan konsep. Eksplisit artinya mendefinisikan tipe konsep dan batasan yang digunakan dalam memberikan arti formal yang dipahami oleh bahasa mesin.

Sejak 1990, ontologi dapat memberikan berbagi pemahaman umum dari sebuah domain untuk berkomunikasi dalam sistem yang beragam. Dan menjadi bahan yang penting dalam penelitian di bidang intelegensi buatan, *knowledge engineering*, *natural-language processing* dan *knowledge presentation* (Fensle, et al, 2002).

Bentuk dan tingkat ontologi sangat beragam dari yang memiliki tingkat semantik lemah sampai tinggi. Gambar 3 memberikan spektrum dari ontologi. Taksonomi (*taxonomy*) adalah sebuah struktur dengan minimal hirarki. *Thesaurus* adalah memberikan dengan pengayaan vokabulari sebuah kata, seperti sinonim, antonim, homografi, hirarki, asosiatif, dan sebagainya. *Conceptual model* membawa tingkat thesaurus dan taxonomi ke bentuk formal dengan *knowledge* yang semakin kompleks, sedangkan *logical domain theory* dilakukan penambahan fungsi dengan model yang semakin kaya, kompleks, konsisten dan pengertian yang detail dari *knowledge*.



Gambar 3. Spektrum Ontologi, sumber (Daconta, 2005)

Proses interoperabilitas atau integrasi umumnya ada tiga cara untuk mengatasi perbedaan semantik dalam memanfaatkan konsep dari ontologi. Model pertama adalah dengan membuat ontologi yang dipahami secara bersama oleh semua sumber informasi. Pendekatan ini sangat tersentral, dan cocok untuk sumber informasi yang statis dan relasinya sangat tinggi, sering diistilahkan dengan *merging ontology*. Model kedua adalah, setiap sumber informasi memiliki ontologi masing-masing, dan dalam proses interoperabilitas akan dilakukan mapping dari satu ontologi ke ontologi lainnya. Model ini mendukung otonomi dari sumber informasi, tetapi membutuhkan banyak mapping ontologi yaitu sebanyak $\sum(n-1)$, ini disebut model *mapping ontology*. Model ketiga, adalah dengan mengembangkan ontologi referensi / *common ontology*, sehingga pemetaan hanya dilakukan antara sumber dan ontologi referensi. Ini jelas sangat mengurangi jumlah mapping menjadi sebesar n , tetapi permasalahannya adalah bagaimana membangun ontologi referensi yang bisa menjadi acuan dari sebuah domain. Model ketiga ini disebut dengan model *ontology hybrid*, karena merupakan gabungan dari ide model ke satu dan ke dua.

3.3. Interoperabilitas Manufaktur dengan Semantik Mediasi

Mengacu kepada motivasi permasalahan pada pencarian *raw material* untuk industri perakitan komputer, kami memilih memakai model *ontology hybrid*. Untuk memanfaatkan ontologi hybrid, kami asumsikan telah tersedianya ontologi referensi, dan telah terbentuknya lokal ontologi di setiap sumber informasi.

Untuk merepresentasikan ontologi kami menggunakan model dari OWL dan RDFS, pemilihan tool tergantung dari tingkat kompleksitas dari ontologi yang bersangkutan. Pada ontologi referensi akan menggunakan OWL, pada OWL pun ada 3 level, kami asumsikan menggunakan level lengkap untuk menghadapi kompleksitas di masa mendatang. Sedangkan untuk representasi ontologi di sumber informasi atau lokal, dapat menggunakan RDFS ataupun OWL. Keuntungan dengan pendekatan ini, adalah pembentukan ontologi tergantung dari tingkat kompleksitas, memungkinkan ditingkatkan kalau ada penambahan kompleksitas, karena RDFS dan OWL adalah dirancang untuk *stackable*.

Sebagai contoh dari representasi OWL untuk sebuah ontologi produk prosesor :

```
Class Processor (General, SpecialPurpose)
Class General (Server, PC)
Class SpecialPurpose (MicroController, GrafikCard)
```

contoh bentuk OWL (tidak disertakan secara lengkap) :

```
<owl:Class rdf:ID="Processor">
  <rdf:subClassOf rdf:resource="Computer">
</owl:Class>
```

```

<owl:Class rdf:ID="General">
  <rdf:subClassOf rdf:resource="#Processor">
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="SpecialPurpose">
  <rdf:subClassOf rdf:resource="#Processor">
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Server">
  <rdf:subClassOf rdf:resource="#General">
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="PC">
  <rdf:subClassOf rdf:resource="#General">
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="MicroController">
  <rdf:subClassOf rdf:resource="#SpecialPurpose">
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="GrafikCard">
  <rdf:subClassOf rdf:resource="#SpecialPurpose">
</owl:Class>

```

Pendekatan yang kami lakukan untuk interoperabilitas akan melalui dua tahap, yaitu tahap pertama adalah mencari kesamaan node dari ontologi di sumber dengan ontologi referensi. Pada tahap pertama akan digunakan analisis semantik berdasarkan linguistik dan menggunakan tool WordNet. Sehingga akan didapatkan tupel model sebagai berikut :

$$\text{SemantikNode} = \langle \text{NID}, \text{OL}, \text{OR}, \text{R} \rangle \quad (1)$$

dimana :

NID = ID dari proses semantik node

OL = adalah node di lokal ontologi

OR = adalah node di ontologi referensi

R = adalah nilai relasi semantik antara kedua node dengan nilai antara 0 – 1, dari terlemah ke terkuat relasi semantiknya

Sebagai ilustrasi misalkan di ontologi referensi ada class PC, sementara di lokal-1 ontologi ada class desktop, dan class PDA, maka kalau dihitung dg SemanticNode akan didapatkan hasil :

lokal-1 terhadap referensi = $\langle \text{mID} = 011, \text{OL} = \text{desktop}, \text{OR} = \text{PC}, \text{R} = 0.70 \rangle$

lokal-1 terhadap referensi = $\langle \text{mID} = 012, \text{OL} = \text{PDA}, \text{OR} = \text{PC}, \text{R} = 0.55 \rangle$

dari hasil di atas dapat diketahui bahwa desktop memiliki kedekatan semantik lebih baik dibandingkan PDA kepada PC.

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat dilakukan langkah ke-2 untuk mapping/pemetaan dan fungsi transformasi antara elemen ontologi di referensi terhadap lokal. Untuk langkah ke-2 kita menggunakan model tupel MISWHO (Manufakture Interoperability with Semantic Web and Hybrid Ontology) sebagai berikut :

$$\text{MISWHO} = \langle \text{MID}, \text{OL}, \text{TypeL}, \text{OR}, \text{TypeR}, \text{Mapping} \rangle \quad (2)$$

dimana :

MID = ID dari proses

OL = komponen di lokal ontologi

TypeL = tipe komponen di lokal dapat berupa *class / relation / property / instances*

OR = komponen di referensi ontologi

TypeR = tipe komponen di referensi dapat berupa *class / relation / property / instances*

Mapping = adalah transformasi mapping antara lokal ke/dari ontologi referensi

Fungsi dari MISWHO adalah digunakan untuk menjelaskan, menginterpretasikan dan mengorganisasi dari ontologi referensi dan lokal ontologi serta relasi (*mapping*) antar mereka dalam hal *class/concept, relasi, attribute, dan instances*. Dengan definisi ini maka konflik yang terjadi antar sumber informasi dapat direduksi untuk mendukung terjadinya interoperabilitas informasi.

Langkah dalam interoperabilitas dilakukan dalam dua langkah, pertama adalah inialisasi proses, yaitu setiap sumber informasi melakukan SemanticNode dan MISWHO, hasil dari MISWHO akan disimpan di masing-masing sumber informasi. Langkah ke-dua adalah proses interoperabilitas seperti pengiriman query dan respon. Dalam pengiriman sebuah query akan berlandaskan kepada informasi persepsi dari ontologi referensi. Sehingga setiap sumber informasi dapat memutuskan untuk melaksanakan query atau tidak berdasarkan dari hasil MISWHO yang disimpannya.

Arsitektur dasar dari pendekatan ini akan terdiri dari komponen :

- Penyedia ontologi referensi
- Pada sumber informasi diperlukan komponen :
 - Tool untuk mengembangkan lokal ontologi dari sumber data
 - Tool untuk melakukan SemanticNode dan MISWHO, pada rencana pengembangan prototype, kami akan mengimplementasikan WordNet dan Protege dari University of Stanford.
 - Tool untuk menangani query berbasis RDF-Q dengan melalui hasil pemetaan di MISWHO.

4. Ilustrasi Penggunaan Pendekatan Pada Industri Menengah

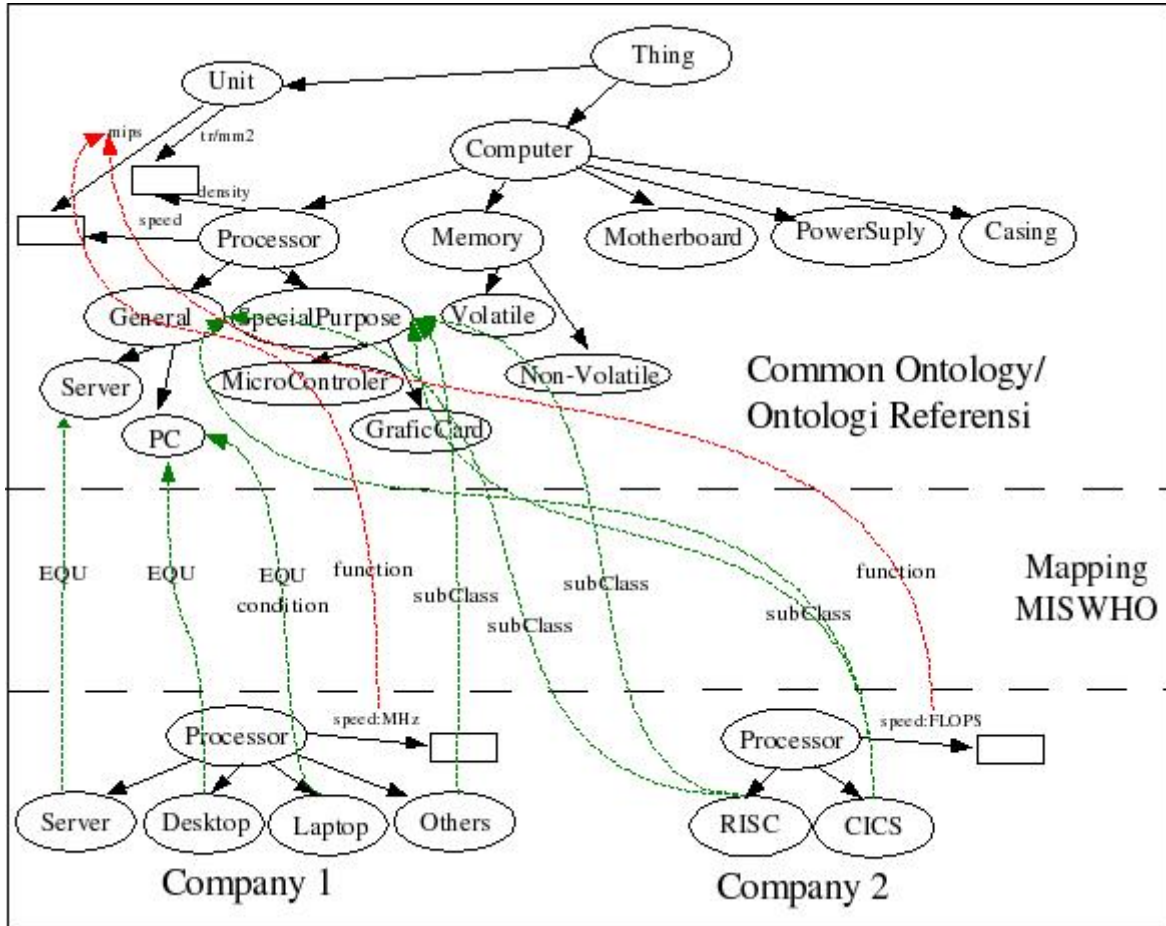
Jaringan sistem produksi memiliki banyak komponen, salah satu komponen penting adalah pemilihan atau pembelian *raw material*. Pada model industri *craft*, kecepatan dan keakuratan untuk sistem produksi adalah sangat penting. Salah satunya adalah dalam pencarian *raw material* yang sesuai, baik dari sisi spesifikasi teknis, biaya, waktu pengiriman dan tingkat prestasi dari perusahaan pemasok. Era Internet dan perdagangan global membuat semakin terbuka dalam memilih material ataupun perusahaan pemasok. Pemanfaatan Internet untuk katalog produk, definisi produk, dan informasi terkait lainnya sudah banyak tersedia dalam format digital. Keragaman model persepsi informasi dari berbagai industri pemasok pun tidak dapat dihindari.

Sebagai contoh sederhana adalah jika sebuah perusahaan perakit PC yang bersifat khusus bukan asal membutuhkan sebuah prosesor khusus untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Perusahaan akan mencari sebuah processor untuk pengontrol industri yang memiliki kemampuan proses kelas menengah, ketahanan terhadap lingkungan kerja yang tidak terlalu ramah. Katakan perusahaan tersebut mencari dari Internet dan mengirimkan permintaan “membutuhkan prosesor khusus untuk sistem kontrol dengan kecepatan sedang”. Sebelum mengirim query tersebut, diperlukan langkah untuk query *rewriting* berbasis dari ontologi referensi. Hasil dari *rewriting* akan merubah query menjadi “membutuhkan Processor untuk MicroController dengan kecepatan 100-200 MIPS”. Perubahan yang terjadi adalah sistem kontrol menjadi MicroController, dan kecepatan sedang menjadi kecepatan 100-200 MIPS.

Masing-masing perusahaan (Company 1 dan Company 2) sebagai pemasok prosesor memiliki ontologi / skema lokal. Pada gambar 4, diperlihatkan model dari ontologi referensi yang disederhanakan serta ontologi lokal dari 2 perusahaan. Sebagai ilustrasi hasil MISWHO digambarkan pada tabel 3.

Query di atas akan direspon oleh sumber data di Company 1 dengan mengacu hasil MISWHO adalah query untuk *MicroController* akan diarahkan ke *Others*, dan besaran *MIPS* akan dikonversi ke *MHz* (ini dilakukan dengan *look-up table*, walau dalam praktis tidak mudah). Selanjutnya akan dicari dari class *Others* dengan processor kecepatan *X-Y MHz*. Jawaban dari Company 1 terhadap query akan terjadi beberapa *loss-information* atau *miss-information*, karena pemahaman dari *Others* lebih luas dari *SpecialPurpose* apalagi terhadap *MicroController*. Tetapi respon dari Company 1 dapat disaring lebih lanjut oleh si pengirim query untuk melihat prosesor yang diinginkan. Ini jelas berbeda kalau kita menggunakan pencarian dengan metode *keywords* : “MicroController AND speed=100-200MIPS”, maka Company 1 dan 2 akan menjawab tidak memiliki data. Tetapi dengan pendekatan Semantic Web dan ontologi, dapat didalami sebuah sumber informasi untuk merespon query. Hal yang sama juga dilakukan kepada Company 2.

Dari ilustrasi di atas, dapat dilihat bahwa dengan pendekatan ini akan memungkinkan untuk melakukan interoperabilitas yang lebih baik. Dalam mewujudkan model ini, ada beberapa hal yang perlu dilakukan, yaitu : pembuatan ontologi referensi yang baik dan terpelihara, sumber informasi yang dapat menyajikan lokal ontologi dan melakukan proses MISWHO. Jelas untuk melakukan konsep ini secara praktis masih dibutuhkan *tools* yang menunjang untuk mempermudah dalam pembuatan lokal ontologi dan MISWHO, terlebih untuk mencapai ketinggian proses dengan meminimal campur tangan manusia.



Gambar 4. Contoh Kasus untuk Ontologi Referensi, Lokal Ontologi dan MISWHO

Tabel 3. Sebagian hasil MISWHO dari gambar 4

<i>Mid</i>	<i>OL</i>	<i>TypeL</i>	<i>OR</i>	<i>TypeR</i>	<i>Mapping</i>
C11	Server	class	Server	class	EQU:equivalent
C12	Desktop	class	PC	class	EQU:equivalent
C13	Laptop	class	PC	class	EQU:equivalent, dengan batasan/ <i>constraint</i> untuk <i>mobile</i>
C14	Others	class	SpecialPurpose	class	Others adalah sangat general, sehingga SpecialPurpose merupakan subClassOf Others
C15	speed:MHz	property	speed,mips	property	diperlukan fungsi atau <i>look-up table</i> untuk konversi

<i>MID</i>	<i>OL</i>	<i>TypeL</i>	<i>OR</i>	<i>TypeR</i>	<i>Mapping</i>
C21	RISC	class	General	class	RISC adalah subclassOf General
C22	RISC	class	SpecialPurpose	class	RISC adalah subclassOf SpecialPurpose
C23	CICS	class	General	class	CICS adalah subclassOf General
C24	CICS	class	SpecialPurpose	class	CICS adalah subclassOf SpecialPurpose
C23	speed:FLOPS	property	speed,mips	property	diperlukan fungsi atau look-up table untuk konversi

5. Penutup

Pendekatan konsep MISWHO yang berdasarkan Semantic Web dengan menggunakan model *hybrid ontology*, telah memberikan kemungkinan untuk mempermudah dan memperbaiki interoperabilitas informasi. Khususnya pada penerapan pencarian informasi untuk menunjang pemilihan raw material pada jaringan sistem produksi. Walaupun konsep ini tidak tertutup untuk diduplikasi kemudian diterapkan pada bagian lain dari jaringan sistem produksi.

Sebagai ilustrasi di paper ini telah diuraikan contoh sebuah industri menengah yang bersifat *craft* dalam bidang pembuatan / perakitan komputer. Dalam contoh kasus pencarian jenis prosesor yang sesuai untuk memenuhi kebutuhan perusahaan tersebut telah dapat diperlihatkan bahwa dengan konsep MISWHO akan lebih kaya dalam hal informasi yang bisa didapatkan dari sumber dibandingkan dengan metode keywords. Hal ini menunjukkan terjadinya peningkatan interoperabilitas dengan mengatasi keragaman semantik.

Untuk rencana kedepan, kami akan mencari *tool* yang cocok untuk mengembangkan prototipe kami dalam mendukung interoperabilitas informasi. Langkah pertama adalah bagaimana mengkonversi dari sistem database tradisional yang ada untuk dapat memiliki lokal ontologi. Langkah kedua adalah bagaimana *tool* untuk mempermudah dalam membuat pemetaan MISWHO, tanpa banyak terlibatnya ekspert ataupun operator. Jelas dalam paper kami ini masih hal yang primitif dibandingkan dengan apa yang kami rencanakan, karena kegiatan penelitian kami baru pada tahap awal dan sedang terus berlanjut.

Daftar Pustaka

1. Berners-Lee, T., *Weaving the Web, The Original Design and ultimate Destiny of the World Wide Web*, Harper, 1999.
2. Daconta M.C., Obrst L.J., dan Smith, K.T., *The Semantic Web: A Guide to the Future of XML, Web Services, and Knowledge Management*, John Willey, 2005.
3. Fensel D., van Harmelen F., OIL: an Ontology Infrastructure for the Semantic Web, *IEEE Intelligent Systems*, 38-45, Maret 2001.
4. Fensel D., Hendler J., Lieberman H., dan Wahlseet W., *Spinning the Semantic Web*, The MIT Press, Massachusstes, 2002.
5. Gruber, Th.R., Toward Principles for the Design of Ontology used for Knowledge Sharing, *International Journal of Human-Computer Studies*, 43(5-6), 907-828, 1995.
6. I Wayan Simri Wicaksan, Semantic Mediation for Geography Interoperability at Peer-to-Peer Environment, PhD Thesis, Univeristé de Bourgogne, Dijon-France, May, 2005 (propose for thesis defense at Dec 2005)
7. Mohammad Syarwani, Mengenal Sistem Produksi Tepat Waktu (Just In Time System), Juli 2005, <http://www.ipoms.or.id/mambo/index2.php>
8. Steven R. Ray, Interoperability Standards in the Semantic Web, *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, vol.2(65-71), Maret 2005.
9. _____, Production System, Software Engineering Institute of Carnegie Mellon University, 2004, http://www.sei.cmu.edu/mbse/production_system.html