

Pemanfaatan Teknologi *Open Source* pada Perpustakaan sebagai Alternatif Penanggulangan Problema Kelestarian Dokumen

Hapnes Toba

Universitas Kristen Maranatha Bandung

Jalan Soeria Soemantri 65 Bandung 40164, Telp.(022)2012186, Faks.(022)2017622

e-mail: hapnes.toba@eng.maranatha.edu

Abstract

Using information technology applications in real life situation could give many advantages. One such advantages can be seen in library collection management. Building an application for the library management system could be done in low cost, efficient and flexible manner through the using of open sources technology. This article describes an initiative and architectural design of an online electronic document management system at the Library of Engineering Faculty Maranatha Christian University Bandung, through the using of open-sources and e-content technology. The second part of this article gives a list of problems that should be anticipated to ensure that electronic documents can be useful not only today but also in the future. Long-term preservation strategy through the using of XML technology is a good possible solution for document preservation problem. This strategy has been observed and evaluated in many research projects in the past 5 years.

Keywords: *digital library, open sources technology, document preservation, metadata, e-content.*

1. Latar Belakang

Penggunaan perangkat teknologi informasi merupakan salah satu strategi yang dewasa ini kerap digunakan dalam berbagai organisasi untuk meningkatkan efektivitas maupun efisiensi kerja. Pada perpustakaan, salah satu pemanfaatan perangkat teknologi informasi adalah untuk mengelola dokumen secara elektronik. Pokok pembahasan yang diuraikan dalam artikel ini adalah garis besar inisiatif pengembangan suatu sistem pengelolaan dokumen elektronik yang berlatar belakang pada pengelolaan laporan tugas akhir dan kerja praktek mahasiswa di Fakultas Teknik Universitas Kristen Maranatha (disingkat: FT UKM).

Selama ini laporan ilmiah mahasiswa dikelola dalam bentuk *hard copy* (dalam bentuk buku jilid ukuran kertas A4). Seiring dengan bertambahnya laporan, tempat penyimpanan yang diperlukan juga semakin besar. Saat ini perpustakaan FT UKM mengelola sekitar 9000 dokumen laporan tugas akhir dan kerja praktek. Keterbatasan ruang penyimpanan akhirnya melahirkan inisiatif perancangan sistem pengelolaan dokumen elektronik (*soft copy*) berbasis *web*, yang pada saatnya nanti akan mampu mengatasi keterbatasan fisik dan dapat digunakan sebagai suatu portal dalam pengaksesan dokumen. Sistem pengelolaan dokumen elektronik yang dikembangkan diberi nama Sistem Pengelolaan e-Dokumen Online (SPeDO).

Titik perhatian lain yang dibahas dalam artikel ini berkaitan dengan penyebaran dan pemanfaatan dokumen mengacu pada nasib dokumen yang dibuat secara elektronik, baik di masa kini maupun di masa depan, yang disebut dengan terminologi kelestarian dokumen (*document preservation*).

Artikel tersusun atas dua bagian, bagian pertama membahas perancangan SPeDO sebagai inisiatif pengelolaan dokumen elektronik online. Bagian kedua membahas tantangan masa depan dalam pengelolaan dokumen elektronik dan alternatif pemecahan yang dalam 5 tahun terakhir ini banyak diteliti. Artikel akan ditutup dengan status pengembangan SPeDO pada saat penulisan artikel ini.

2. Sistem Pengelolaan Dokumen Elektronik *Online*

Dokumen elektronik merupakan hasil digitalisasi suatu dokumen sehingga dapat diproses oleh program komputer dan berdaya guna bagi mereka yang memerlukan dokumen tersebut. Secara definisi sistem pengelolaan dokumen elektronik dapat diartikan sebagai suatu kemampuan untuk merepresentasikan materi sehingga dapat dibaca oleh mesin (komputer), kemudian untuk dapat disimpan, dipertahankan, serta diakses pada saat dibutuhkan. Lebih luas lagi sistem pengelolaan dokumen elektronik secara *online*, dapat diartikan juga sebagai suatu inisiatif dalam pembentukan perpustakaan digital (*digital library*)¹, lihat Henry M. Gladney, et. al (1994). Dokumen yang disimpan pada suatu Internet *server* harus dapat diakses dari komputer manapun yang terkoneksi dengan Internet. Pengaksesan dokumen ditentukan oleh format dokumen yang dibuat pada proses digitalisasi.

Format tekstual yang disimpan pada *server-server* perpustakaan digital paling banyak adalah dalam bentuk HTML (*Hyper-text Markup Language*) sebagai bahasa presentasi dokumen pada halaman *web* dan **.pdf* (*portable document format*) yang dibuat melalui teks prosesor *Adobe Acrobat*. Selain **.pdf*, format tekstual lainnya yang digunakan secara luas adalah dari jenis *postscript* (**.ps*). Dokumen-dokumen *postscript* dapat dengan mudah dibuat dengan menggunakan teks prosesor *Latex* yang diinstalasi secara standar dalam mesin-mesin Unix atau Linux. Dokumen *postscript* dapat dibaca dengan program *ghostview*. Beberapa format lain yang sering juga digunakan adalah **.txt*, **.rtf* (*rich text format*) dan **.doc*, yang sangat mudah diproduksi oleh komputer-komputer berbasis *windows*.

Format dokumen elektronik lainnya yang banyak digunakan dan bersifat lebih generik adalah *image* atau citra dengan ekstensi **.jpg*, **.bmp*, **.tiff* ataupun **.png*. Dokumen image disebut generik karena dapat diakses melalui *browser Internet* yang hampir selalu terinstalasi pada setiap komputer, seperti *Netscape* ataupun *Internet Explorer*. Selain itu jenis dokumen image dapat dibuka dan diproses lebih lanjut melalui program-program *photo editor*, seperti: *ACDSee*, *Paint*, *Adobe Illustrator* ataupun *Adobe Photoshop*. Dokumen tekstual dapat diubah bentuknya menjadi citra melalui misalnya *Adobe Printer* ataupun melalui *Active PDF* yang akhir-akhir ini mulai digunakan secara luas.

Dokumen elektronik dalam suatu sistem multimedia, seperti misalnya pada sistem pengelolaan dokumen pada museum-museum, disimpan dalam bentuk suara dan video. Bentuk dokumen suara yang digunakan secara luas berekstensi **.wav* ataupun **.mp3*. Bentuk dokumen video yang banyak digunakan adalah **.mpeg*. Kehadiran dokumen-dokumen multimedia yang atraktif ini, memungkinkan interaksi antara manusia dengan komputer semakin membaik dan merupakan suatu pendorong pemanfaatan dokumen elektronik, khususnya dalam dunia *entertainment*.

Dengan kehadiran sistem pengelolaan dokumen *online*, diharapkan dokumen dapat diakses oleh siapa saja, kapan saja dan dimana saja. Dengan demikian penyebaran dan penggunaan dokumen akan semakin luas. Tantangan yang mengiringi pengelolaan dokumen secara *online* adalah penyediaan sarana dan infrastruktur penyimpanan yang memadai serta layanan (*service*) yang baik. Dalam pembahasan selanjutnya, akan dibahas bagaimana tantangan-tantangan tersebut diatasi melalui pemanfaatan teknologi *open sources*, serta layanan metadata.

¹ Kehadiran perpustakaan digital harus memenuhi yang disebut dengan *eContent* dengan memenuhi beberapa syarat penting lainnya, seperti: kompatibilitas dengan *OPAC* (*Online Publishing Access Catalogue*), *ILL* (*Interlibrary Loan*), dan *eBooks*.

3. Teknologi *Open Sources*

Teknologi *open sources*² adalah himpunan produk teknologi yang dapat dimanfaatkan, disesuaikan dengan kebutuhan dan dikembangkan secara bebas oleh para praktisi/pengguna tanpa harus mengeluarkan biaya tambahan untuk lisensi produk tersebut. Istilah *open source* terutama ditujukan pada pengembangan produk perangkat lunak dan biasanya dipelopori oleh suatu organisasi tertentu. Contoh teknologi *open sources* antara lain: produk basis data MySQL, produk *server* Apache, bahasa *script* PHP, produk bahasa pemrograman Java, sistem operasi Linux dan teknologi-teknologi Internet seperti: XML (*eXtensible Markup Language*, lihat para-graf 7), *cgi-bin*, dan lain sebagainya. Teknologi *open sources* memungkinkan seorang pengguna produk mengakses kode sumber produk yang bersangkutan tanpa dikenai biaya. Seorang pemakai boleh saja memberikan kontribusi tertentu untuk suatu organisasi *open source*, sehingga memperoleh fasilitas *support* yang diinginkan dari organisasi yang bersangkutan. Hal ini dikenal dengan GPL (*General Public License*)

Dewasa ini seiring dengan semakin luasnya penggunaan Internet, teknologi *open sources* juga turut terpacu perkembangannya terutama pada institusi-institusi pendidikan dan riset. Dengan hadirnya teknologi *open sources* kreativitas dan interaksi antar para praktisi teknologi informasi menjadi semakin terintegrasi dan merata di seluruh dunia, lihat David A Wheeler (2004). Sebagai contoh, dengan adanya produk *server* Apache, seorang praktisi dapat menjadikan komputer pribadi yang dimilikinya sebagai *server* untuk mengelola situs Internet suatu perusahaan. Dengan demikian *open sources* dapat turut mendukung berkembangnya jiwa *entrepreneurship* para praktisi dan lebih jauh lagi juga turut membantu pemerataan teknologi kepada masyarakat luas yang ingin mengenal serta memanfaatkan teknologi canggih.

Salah satu kelemahan penggunaan teknologi *open sources* adalah diperlukannya konektivitas dan integritas perangkat lunak (*software connectivity and integrity*). Konektivitas perangkat lunak mungkin akan menjadi sesuatu yang menyebabkan masyarakat luas enggan menggunakan *open source*, dan hanya akan menjadi komoditi bagi para praktisi aktif, yaitu para akademisi, peneliti dan *programmer*.

4. Metodologi dan arsitektur SPeDO

Pengembangan SPeDO dilakukan dengan metodologi RAD (*Rapid Application Development*). Alasan dipilihnya metodologi RAD adalah konsepnya yang terkonsentrasi pada penyempurnaan produk, tanpa perubahan signifikan pada desain awal produk yang dikembangkan.

Dengan RAD, sistem dikembangkan dengan urutan: desain dan arsitektur sistem, pemilihan teknologi yang tepat, pengembangan prototip, pengujian dan evaluasi. Ciri khas RAD adalah adanya iterasi dalam pengembangan prototip, yang memungkinkan dalam setiap iterasi sistem dievaluasi, diperbaiki dan terus dilengkapi sehingga dapat tercipta sistem yang lengkap sesuai dengan desain awalnya.

Kelemahan RAD adalah bahwa durasi (mungkin juga biaya) pengembangan dapat membengkak apabila pada setiap tahap iterasi terjadi penyempurnaan implementasi produk yang kompleks. RAD digunakan untuk pengembangan produk yang butuh penyempurnaan dalam waktu relatif singkat namun berkesinambungan.

4.1 e-Content

Sebagaimana dituliskan dalam Norshuhada Shiratuddin, et. al. (2003), *e-content* adalah segala sesuatu yang didefinisikan oleh mereka yang terlibat dalam pembuatan,

² *Open sources* adalah kelompok teknologi yang “menentang” komersialisasi produk perangkat lunak. Pemakaian katanya sering dirancukan dengan istilah *shareware* (program aplikasi komputer bebas dengan fungsionalitas dan kapasitas terbatas) dan *freeware* (program komputer yang bebas digunakan tanpa kode sumber).

penyediaan dan penyebaran informasi dalam bentuk digital, sehingga dapat ditampilkan pada layar monitor (komputer) dan bukan di atas kertas.

Di masa mendatang *e-content* harus dapat menjamin bahwa dokumen dan isi yang terkandung di dalamnya harus dapat memenuhi jenis-jenis layanan tertentu sehingga mengarah pada perpustakaan digital dan penerbitan elektronik (*e-publishing*). Diasumsikan bahwa layanan-layanan ini diimplementasikan sebagai jenis layanan *web*. Jenis-jenis layanan yang termasuk dalam ruang lingkup *e-content* pada perpustakaan digital, khususnya pada lingkup akademik, sebagaimana diusulkan oleh OCLC (*Online Computer Library Center*) adalah:

- *Database collection management*, yaitu suatu sistem pengelolaan koleksi yang didasarkan pada relasi basis data lokal tertentu.
- *OPAC (Online Public Access Catalogue) service*, yaitu suatu layanan akses katalog dalam bentuk digital melalui Internet, dengan format yang telah terstandarisasi menggunakan metadata MARC (*MAchine-Readable Cataloging*) ataupun *Dublin Core*. Layanan OPAC ini dapat disesuaikan dengan koleksi basis data lokal yang ada.
- *Digitized local information*, yaitu suatu layanan informasi tentang koleksi digital lokal didasari pada basis data koleksi dan metadatanya.
- *Resource sharing*, yaitu suatu layanan untuk dapat berbagi informasi koleksi dengan berbagai perpustakaan lainnya.
- *ILL (InterLibrary Loan) service*, yaitu suatu layanan peminjaman atau pengaksesan dokumen yang dapat dilakukan antar perpustakaan.
- *e-journal archival access*, yaitu suatu pelayanan yang diberikan kepada pengguna untuk dapat mengakses arsip jurnal elektronik baik lokal ataupun eksternal.
- *e-books*, merupakan suatu layanan pembuatan koleksi buku dalam bentuk elektronik dengan cara pengaksesan yang mirip dengan buku tercetak, namun berbeda bentuk penyimpanan, yaitu dalam bentuk digital.
- *Publisher reference*, yaitu suatu jenis layanan sebagai perluasan dari *e-books* untuk membuat *link* antara literatur dan penerbitnya, sehingga mereka yang tertarik dengan buku atau literatur tertentu dapat langsung berhubungan dengan penerbitnya untuk mendapatkan aslinya.

Pada pengembangan awal SPeDO, jenis layanan yang diimplementasikan terkonsentrasi pada layanan butir pertama sampai ketiga. Sedangkan layanan lainnya akan dikembangkan terus di masa mendatang.

Selain menyangkut pada isi dokumen dan *server*, *e-content* juga harus menjamin bahwa seorang pengguna dapat dengan nyaman menggunakan sistem pengarsipan dokumen elektronik. Berdasarkan penelitian dilakukan Norshuhada Shiratuddin, et. al. (2003) masalah penggunaan ini menyangkut tujuh faktor, yang dikenal dengan *SCANMIC*, yaitu:

- *Screen Layout or Appearance*, yang menyangkut pada struktur dan rancangan aliran informasi sehingga pengguna dengan mudah menemukan informasi yang diinginkan.
- *Consistency*, menyangkut pada kemudahan pengguna untuk mengenali keterkaitan antar halaman pemberi informasi, seperti ikon untuk navigasi, penggunaan warna dan struktur halaman *web*.
- *Accessibility*, memperhitungkan kemungkinan-kemungkinan bahwa pengguna mengakses dokumen dengan teknologi yang berbeda, seperti menggunakan komputer personal atau PDA (*Personal Digital Assistant*) atau bahkan telepon selular.
- *Navigation*, navigasi yang baik memperbesar jaminan bahwa pengguna dapat menemukan informasi yang diinginkan, khususnya apabila informasi yang ada sangat banyak dan kompleks.
- *Media Use*, penggunaan teknologi multimedia dengan porsi yang memadai akan meningkatkan kualitas informasi yang ditampilkan.
- *Interactivity*, pemberian pesan, *feedback* dan responsi yang cepat akan sangat membantu pengguna dalam mencari informasi yang dibutuhkan.
- *Content*, isi dokumen yang relevan dan *up-to-date* akan membantu pengguna dalam efektivitas pencariannya.

Faktor-faktor di atas turut dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam perancangan, pengimplementasian dan pengetestan SPeDO.

4.2 Arsitektur Rancangan Sistem

Pengembangan SPeDO dikonsentrasikan pada fungsionalitas *server* penyimpan dokumen. Abstraksi arsitektur SPeDO dapat dilihat pada Figur 1. Keseluruhan sistem dibangun dalam *server* yang dapat dikoneksikan dengan Internet maupun diimplementasikan secara lokal. Seorang pengguna (administrator maupun pengguna biasa) dapat berinteraksi dengan sistem melalui suatu program antarmuka yang menggunakan teknologi *web*, yaitu *servlet*. *Servlet* adalah suatu layanan program komputer yang menjalankan fungsionalitasnya *server*.

Open-sources digunakan pada komponen sistem: *server*, *servlet*, basis data relasional, sistem *file*, metadata dan mesin pencarian. Inti pembangunan terletak pada pendayagunaan *server*. Melalui pemanfaatan *server* dengan efisien dan pembuatan kode *servlet* yang baik maka sistem dapat berinteraksi secara efektif dengan pengguna.

Pada gambar 1 terlihat arsitektur SPeDO berperan pada tiga tingkat penggunaan yaitu administrator, pengguna lokal dan pengguna Internet melalui mesin pencarian. Tingkat penggunaan pertama dan kedua dapat diimplementasikan pada pengembangan tahap awal sedangkan penggunaan melalui Internet merupakan salah satu perluasan fungsionalitas di masa depan. Digitalisasi dilakukan terpisah dari pengembangan SPeDO, lihat paragraf 5.2 untuk pembahasan ini. Implementasi mesin pencarian lokal SPeDO dapat dilakukan secara berkesinambungan ataupun menggunakan mesin-mesin pencarian *open source*.

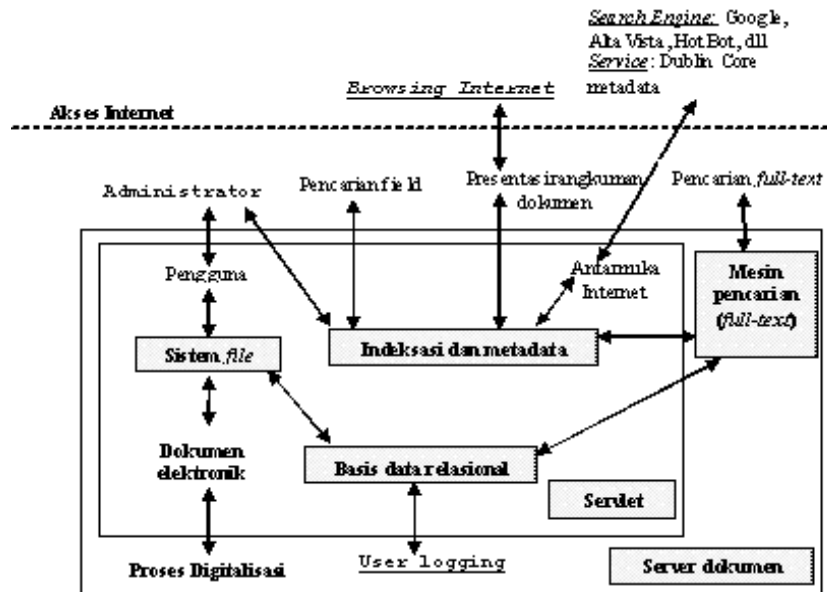
4.3 Fungsionalitas Sistem

Fungsionalitas SPeDO ditujukan pada tiga kelompok pengguna, yaitu: administrator, pengguna biasa internal dan pengguna eksternal, yaitu pengaksesan dari Internet, baik secara otomatis melalui mesin pencarian seperti *Google* atau *Altavista* maupun pengaksesan melalui otorisasi *user*.

4.3.1 Administrator

Peran administrator adalah sebagai pemakai dengan tingkat otorisasi tertinggi. Fungsionalitas administrator terbagi atas tiga domain:

- Administrator pengguna
Administrator berhak untuk membuat, mengubah dan menghapus *user* SPeDO. *User* disini adalah mereka yang memperoleh nama *login* dan *password* untuk otorisasi dan terdaftar sebagai pengguna dalam tabel *user* SPeDO.
- Administrator dokumen
Administrator menyediakan dokumen di dalam *server*. Bentuk dokumen yang disimpan dalam *server* adalah *pdf*. Dokumen ini dibuat oleh mahasiswa dan mengumpulkannya ke perpustakaan melalui jurusan masing-masing. Sebelum dokumen diletakkan dalam *server* harus di-*input* terlebih dahulu metadatanya.
Metadata menggambarkan keberadaan suatu dokumen beserta abstraksi isinya. Pencarian dokumen oleh pengguna akan didasarkan pada metadata yang direlasikan dengan tabel dokumen dalam basis data SPeDO (lihat paragraf 5.3.1). Administrator berhak pula untuk mengubah isi metadata dan menghapus dokumen dari dalam *server*.



Gambar 1. Arsitektur SPeDO

- Koneksi dengan *server* lain atau dengan mesin pencarian eksternal
Administrator harus dapat mengatur dengan mesin pencarian mana saja data-data pada *server* dapat diakses. Pengguna luar hanya diijinkan untuk melihat metadata saja. Hanya mereka yang berotorisasi diijinkan mengakses dokumen secara utuh.

4.3.2 Pengguna Internal

Pengguna internal (lokal) yang memiliki akses ke dalam *server* dengan *passwordnya* berhak:

- Pencarian tekstual
Melakukan pencarian secara tekstual dengan memasukkan subyek dokumen laporan yang dicarinya. Selain itu pengguna lokal dapat pula melakukan pencarian berdasarkan pada nama pengarang, jenis laporan (tugas akhir atau kerja praktek), jurusan dan tanggal penerbitan.
- Akses penuh ke dalam dokumen
Akses penuh di sini adalah hak untuk membaca dokumen secara keseluruhan tanpa hak untuk perbanyak. Perbanyak dokumen elektronik dengan langsung menggunakannya tanpa adanya perubahan atau analisis apapun dalam penulisan laporan dianggap sebagai kegiatan plagiatisme dan terlarang karena melanggar hak cipta, bandingkan HAKI (2002). Pengguna SPeDO hanya dapat melakukan perbanyak dalam bentuk dokumen *hard copy* melalui permohonan *print-out* yang terbatas.
- Daftar dokumen
Tanpa melakukan pencarian seorang pengguna dapat melihat daftar dokumen berdasarkan tahun penerbitan dan jurusan. Sebagai *default*, pengguna akan melihat 10 daftar dokumen terakhir yang dimasukkan ke dalam *server* untuk masing-masing jurusan.

4.3.3 Pengguna Eksternal

Pengguna eksternal adalah mereka yang melakukan pencarian melalui mesin-mesin pencarian di Internet, seperti *Google* atau *Altavista* melalui subyek atau kata kunci. Apabila pengguna eksternal mengakses *server* dokumen SPeDO, maka ia tidak akan mendapat fasilitas lengkap sebagaimana pengguna internal yang memiliki *password* otorisasi.

Pengguna eksternal hanya mendapat fasilitas untuk melihat daftar laporan tugas akhir dan kerja praktek sesuai dengan subyek yang diinginkan sebagaimana tertera dalam mesin pencarian serta abstrak untuk dokumen yang dipilih. Jika pengguna eksternal ingin mendapatkan duplikat ataupun ingin mengakses secara lengkap laporan yang diinginkan, maka harus mengaksesnya langsung di perpustakaan FT UKM atau memohon otorisasi pada administrator SPeDO.

Selain menampilkan abstrak dokumen, pengguna eksternal dapat mengakses metadata (lihat paragraf 4.4.4), kecuali metadata *identifier* yang digunakan untuk mengakses (*link*) tempat penyimpanan dokumen pada *server*.

4.4 Penggunaan Open Sources

Pengembangan SPeDO menggunakan bahasa pemrograman Java dengan paket J2SDK dan J2EE. Alasan penggunaan bahasa Java karena bahasa ini merupakan bahasa pemrograman yang secara luas digunakan dalam aplikasi-aplikasi Internet serta mudah untuk dimodifikasi karena menggunakan konsep orientasi obyek. Untuk mendukung layanan *web*, secara khusus SPeDO menggunakan fasilitas Java *servlet* dengan mesin Tomcat. Implementasi metadata XML dapat dengan mudah dilakukan dengan menggunakan Java *servlet*. Basis data relasional yang digunakan adalah MySQL. Basis data relasional memudahkan dalam melakukan *linking* antara pengguna yang berotoritas ke *server* dokumen dalam pengambilan dokumen.

Penggunaan teknologi XML lebih diarahkan untuk pengaksesan metadata, sedangkan pengaksesan dokumen sesungguhnya menggunakan fasilitas *query* basis data.

4.4.1 Java Server Pages

Dalam pengimplementasian logika presentasi dan logika bisnis, lihat Figur 2, digunakan mesin *servlet* Tomcat versi 4 dan Java Server Pages (JSP). JSP memudahkan pengimplementasian fungsionalitas dan presentasi dengan sintaks HTML pada halaman web. Selain itu JSP juga menyediakan fasilitas untuk membuat WAR (Web Archive), yaitu kelas-kelas pemrograman untuk layanan web yang dapat langsung dapat dipakai dan disesuaikan sewaktu-waktu. Keuntungan lainnya adalah JSP dapat digunakan pula dalam pemanfaatan teknologi XML.

4.4.2 Basis Data

Basis data relasional digunakan untuk otorisasi pengguna dan pendataan dokumen yang secara fisik berada dalam server. Beberapa alasan penggunaan MySQL adalah:

- Memiliki kecepatan dan kestabilan yang terbaik dari berbagai basis data relasional yang ada saat ini.
- Mudah dioperasikan baik melalui *console* sistem operasi ataupun melalui program antarmuka khusus, seperti *MySQL-Front*.
- *Open source*, dengan lisensi GPL (*General Public License*).
- Sekuritas penggunaan dapat ditingkatkan dengan menggunakan *password* ataupun SSL (*Secure Socket Layer*).
- Portabilitas basis data, karena diimplementasikan dengan menggunakan rancangan *Structured Query Language SQL99* dan dapat digunakan lintas sistem operasi.

4.4.3 Sistem File dan Server Dokumen

Dokumen yang dikelola di dalam *server* berbentuk *file pdf*. Keuntungan penggunaan format *pdf* adalah portabilitasnya dan dapat dibentuk untuk menghindari *copy-paste* pengguna yang tidak bertanggung jawab. *Pdf* dapat pula digunakan untuk menyimpan teks sebagai citra (*image*). Ini akan mengurangi tingkat penjiplakan karya tulis. Selain itu *pdf* sangat memadai untuk portabilitas antar sistem operasi, dan dapat dibuka dimana saja pada komputer yang diinstalasi *Acrobat Reader*. Dokumen secara fisik akan dikelola dalam *server* Tomcat dan diakses melalui halaman *web* yang dibuat dengan JSP.

4.4.4 Metadata

Jenis metadata yang digunakan dalam pengembangan SPeDO adalah *Dublin Core* sebagai suatu himpunan bagian dari metadata standar dokumen elektronik MARC dan Z39.50. Jenis metadata yang dapat diimplementasikan untuk setiap dokumen adalah, lihat juga Cheryl D Wright (2002):

- Metadata deskriptif merupakan metadata yang memberikan gambaran logika suatu dokumen, misalnya: judul, pengarang dan subyek dokumen.
- Metadata struktural digunakan untuk mengabstraksikan bagian-bagian isi penyusun suatu dokumen. Misalnya menggambarkan bagaimana suatu laporan tersusun atas bab dan subbab serta figur ataupun tabel. Metadata ini disusun menurut relasi yang sesungguhnya di dalam dokumen.
- Metadata administratif memberikan gambaran fisik suatu dokumen. Dengan metadata ini dapat diketahui dengan program apa suatu dokumen dapat diproses dan dibaca. Metadata jenis ini memfasilitasi akses, pengelolaan dan kelestarian dokumen elektronik.

Keseluruhan tipe metadata ini diakomodasi oleh *Dublin Core Metadata* sebagai suatu standar yang telah banyak digunakan untuk pengaksesan dokumen melalui mesin-mesin pencarian di Internet. Penjelasan selengkapnya dapat dilihat pada paragraf 5.3.2.

4.4.5 Mesin pencarian

JSE (*Java Search Engine*) adalah salah satu implementasi mesin pencarian *open source* yang dibuat dalam bahasa pemrograman Java. Selain dengan JSP, JSE juga memiliki Java API lainnya, seperti *servlet* dan EJB (*Enterprise Java Beans*). JSE dapat digunakan secara langsung dari halaman-halaman *web* yang ditulis dengan JSP, dan hasilnya dapat ditampilkan langsung kepada pengguna ataupun disimpan dalam bentuk XML.

5. Rencana Implementasi sistem

Pengimplementasian SPeDO merupakan bagian kecil dari rencana masa depan, yaitu terwujudnya *e-content* dan kelestarian dokumen. Implementasi dilakukan pada tiga lapisan, yaitu: logika aplikasi, logika bisnis dan basis data, lihat juga pada gambar 2.

5.1 Implementasi arsitektur

Logika aplikasi merupakan lapisan presentasi yang akan diinteraksikan dengan pengguna. Logika bisnis merupakan bentuk nyata fungsionalitas SPeDO dan mengimplementasikan bagaimana pengguna dapat memanfaatkan SPeDO. Logika bisnis terkait erat dengan penyediaan *e-content* sebagaimana dibahas pada paragraf 4.1 dan terkait

pula dengan aturan-aturan, tata tertib dan batasan organisasi perpustakaan. Lapisan basis data dan metadata merupakan lapisan yang sangat penting karena langsung merelasikan dokumen elektronik dengan isinya di dalam *server*, baik untuk pengaksesan maupun pencarian.

SPeDO diimplementasikan menurut fungsionalitasnya, mulai dari administrator, pengguna internal dan eksternal. Setiap fungsionalitas langsung terkait dengan tiga lapisan implementasi, yaitu: presentasi, bisnis dan basis data. Implementasi SPeDO dapat terus dikembangkan untuk memenuhi tuntutan *e-content* dan kelestarian dokumen.

5.2 Digitalisasi

Digitalisasi adalah proses penyediaan dokumen elektronik yang akan dikelola pada *server*. Penyediaan dokumen elektronik untuk SPeDO dapat dilakukan dengan dua cara utama, yaitu melalui proses pembuatan dokumen elektronik dari dokumen tercetak yang sudah ada. Dan yang kedua adalah melalui proses pengumpulan dari mahasiswa dalam bentuk *file* elektronik.

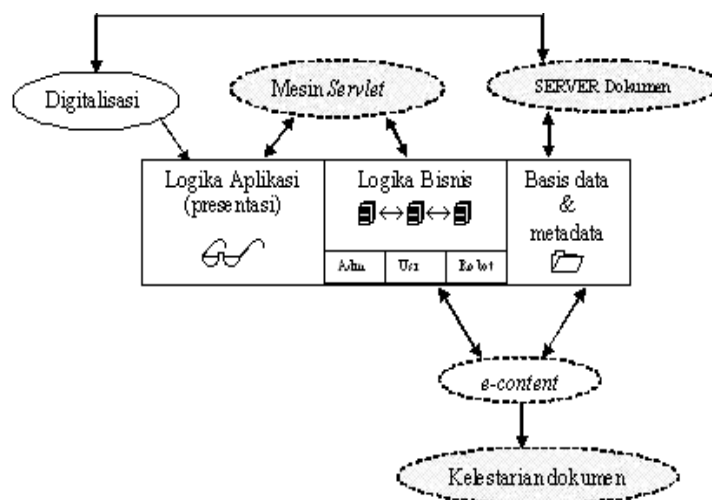
Pembuatan dokumen elektronik akan dibahas secara khusus pada paragraf 5.2.1. Pengumpulan *file* dari mahasiswa dilakukan melalui pengumpulan *file* dalam bentuk *pdf* melalui keping CD ROM.

5.2.1 Scanning Dokumen

Tahapan-tahapan utama pengkonversian dokumen tercetak ke dalam bentuk dokumen elektronik adalah, dibandingkan dengan Clare M McClean (1998):

1. Persiapan: seleksi teks, dokumen ataupun fotokopi.
2. *Scanning*: pengambilan/pembuatan citra dari setiap lembar dokumen yang sudah diseleksi.
3. Proses: *optical character recognition* (OCR) untuk *file* citra yang didapatkan dari nomor 2. Dalam tahapan ini, dilakukan pengeditan terhadap hasil *scan* sehingga dapat dikelola dan ditampilkan menurut kebutuhan.
4. Identifikasi: pengontrolan kesalahan ejaan ataupun kesalahan tampilan.
5. Pengkoreksian: melakukan perbaikan pada kesalahan-kesalahan yang teridentifikasi.
6. *Export*: perubahan ke dalam bentuk HTML dan/atau lainnya ataupun upload ke *server* Internet.

Tahapan nomor 2 sampai 5 merupakan inti proses pengkonversian dari dokumen tercetak ke dalam bentuk elektronik. Proses pengenalan karakter (3) adalah bagian yang paling banyak memakan waktu. Waktu yang diperlukan untuk pembuatan suatu dokumen tergantung pada panjang dan kompleksitas isinya. Berdasarkan penelitian Clare M McClean (1998), waktu rata-rata yang dibutuhkan per halaman adalah 13 menit dan per dokumen adalah 425 menit untuk tahapan 2 sampai 5.



Gambar 2. Implementasi SPeDO

Digitalisasi memerlukan waktu yang lama dan juga biaya yang besar. Seleksi dokumen sangat menentukan besarnya pengeluaran dan waktu digitalisasi.

5.2.2 Pengumpulan Dokumen Elektronik

Mahasiswa yang akan mengumpulkan laporan tugas akhir ataupun kerja praktek harus menyerahkannya dalam bentuk *file* elektronik dalam format yang telah ditentukan pada keping CD ROM. Cara ini sangat menyingkat waktu proses digitalisasi. Hasil pekerjaan mahasiswa tersebut dapat segera dikelola di dalam *server*.

5.3 Basis Data dan Metadata

Keberadaan basis data dan metadata merupakan jantung dari sistem pengelolaan dokumen. Basis data digunakan sebagai materi penyimpan data-data fisik dokumen yang dikelola. Metadata menyediakan data yang menjelaskan dokumen yang disimpan dalam *server*.

5.3.1 Relasi Basis Data

Relasi basis data yang diimplementasikan mendukung relasi antara seorang pengguna dengan jenis otorisasi yang diperolehnya, serta relasi antara data dokumen fisik dengan metadatanya. Relasi-relasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Seorang pengguna memiliki nomor identifikasi tertentu yang akan direlasikan dengan jenis otorisasi yang dimilikinya. Jenis otorisasi yang ada adalah administrator dan pengguna internal. Administrator memiliki akses penuh untuk semua fungsionalitas SPeDO, sedangkan pengguna internal memiliki fungsionalitas terbatas, lihat paragraf 4.3. Pengontrolan pengguna dan otorisasinya akan dilakukan melalui nama *login* dan *password*-nya. Relasi antara pengguna dengan otorisasinya menggunakan kardinalitas *one-to-one*.

Tabel 1. Relasi basis data SPeDO

<i>Nama tabel</i>	<i>Nama field</i>
<i>User</i>	usrId, loginName, password, rights
<i>Rights</i>	rightId, type, usrID
<i>Document</i>	docId, title, creator, subject1, subject2, subject3, description, publisher, contributor, date, type, format, identifier, source, language, relation, type, coverage, rights (<i>catatan: untuk keterangan lihat juga deskripsi pada Tabel 2</i>)
<i>Metadata</i>	mdId, system, URI, docID

Relasi berikutnya adalah antara dokumen dengan metadanya. Kardinalitas relasi ini adalah *one-to-one*. Dalam melakukan pencarian dokumen dapat digunakan *field* subyek, pengarang, tanggal publikasi, dan sumber. Dalam tahap awal pengimplementasian setiap dokumen dilengkapi dengan maksimal tiga subyek. *File* dokumen secara fisik yang disimpan dalam *server*, dapat diakses melalui *identifiser* yang berisi sebuah URI (*Uniform Resource Identifier*). Bentuk fisik metadatanya adalah *file* XML yang dibuat untuk setiap dokumen dan disimpan dalam *server* yang sama dengan dokumen. Metadata dapat diakses melalui lokasi logika di dalam *server*.

5.3.2 Metadata Dublin Core

Metadata *Dublin Core* merupakan suatu standar yang saat ini digunakan untuk pen-deskripsian sumber-sumber informasi pada Internet. *Dublin Core* membentuk himpunan bagian dari standar digital katalog internasional, yaitu MARC (lihat paragraf 7.1) dan kompatibel dengan OPAC. Metadata yang didefinisikan dalam *Dublin Core*, meliputi 15 elemen sebagaimana terlihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Elemen-elemen metadata *Dublin Core*

Nama Elemen	Keterangan
Title	Judul yang diberikan untuk suatu dokumen elektronik. Dalam SPeDO sesuai dengan judul laporan kerja praktek dan tugas akhir.
Creator	Nama pembuat dokumen termasuk nama orang, organisasi atau instansi. Dalam SPeDO adalah nama mahasiswa yang membuat laporan.
Subject	Dapat berupa keywords, frase atau kode klasifikasi yang menggambarkan topik dokumen. Dalam SPeDO adalah isi topik penelitian laporan.
Description	Dapat berupa abstrak, daftar isi, referensi dokumen, ataupun penjelasan bebas tentang dokumen. Dalam SPeDO adalah abstrak laporan.
Publisher	Penerbit yang berwenang sepenuhnya pada dokumen, dapat berupa nama orang, organisasi atau instansi. Dalam SPeDO adalah Fakultas Teknik Universitas Kristen Maranatha Bandung.
Contributor	Mereka yang memiliki kontribusi terhadap isi dokumen. Dalam SPeDO adalah nama pembimbing tugas akhir / kerja praktek yang turut berperan dan berpengaruh untuk isi laporan.
Date	Diasosiasikan terhadap tanggal dikeluarkan atau diterbitkannya dokumen. Bentuk baku internasional untuk tanggal adalah (4 digit) TAHUN -- (2 digit) BULAN -- (2 digit) HARI. Dalam SPeDO adalah tanggal disahkannya laporan, yaitu tanggal sidang kelulusan mahasiswa.
Type	Menunjukkan jenis, fungsi ataupun sifat dokumen. Dalam SPeDO ini berupa pilihan kerja praktek atau tugas akhir.
Format	Menunjukkan bentuk dokumen elektronik, perangkat keras atau lunak yang digunakan untuk pengaksesan atau pemrosesan dokumen. Dalam SPeDO adalah bentuk <i>pdf</i> (<i>Portable Document Format</i>).
Identifier	Menunjukkan suatu referensi tempat penyimpanan dokumen. Dalam SPeDO adalah URL (<i>Uniform Resource Locator</i>) dimana laporan dalam bentuk digital secara fisik berada. Bentuk yang dapat digunakan misalnya http://[namaserver]:[port]/[nama dokumen].pdf
Source	Menunjukkan sumber asal dokumen. Dalam SPeDO dapat digunakan untuk menunjukkan program studi atau jurusan dalam FT UKM.
Language	Menunjukkan bahasa yang dipakai oleh suatu dokumen. Format standarnya adalah ISO639, dengan dua atau tiga huruf yang menunjukkan suatu bahasa. Contohnya bahasa Inggris ditunjukkan dengan “eng” atau “en”. Dalam SPeDO adalah “in”, yaitu bahasa Indonesia, mengingat sampai saat ini belum ada satupun laporan yang dituliskan dalam bahasa asing.
Relation	Menunjukkan relasi antar dokumen sejenis, seperti misalnya dua laporan yang bertopik sama namun titik penelitian berbeda dapat dianggap berelasi.
Coverage	Menunjukkan lingkup atau ekstensi suatu dokumen. Biasanya menunjukkan lokasi geografis, periode waktu, ataupun lingkup yuridiksi. Dalam SPeDO dapat digunakan untuk menunjukkan lingkup suatu laporan: proyek internal, eksternal, nasional ataupun internasional.
Rights	Menunjukkan ruang lingkup pengaksesan dan pemakaian dokumen, misalnya mengenai hak cipta dan lisensi. Dalam SPeDO dapat digunakan untuk menyatakan bahwa laporan adalah orisinal karya mahasiswa dan bukan hasil plagiatisme.

6. Kelestarian Dokumen Elektronik

Terciptanya dokumen merupakan suatu hasil pola pikir yang didokumentasikan serta dipublikasikan sehingga berdaya guna bagi yang memerlukannya. Dalam era komputer saat ini, dokumen juga mengacu pada kode program dan teknologi multimedia.

Pertanyaan yang menyertai perjalanan suatu dokumen adalah kapan dokumen tersebut dibutuhkan dan jika dibutuhkan apakah tetap akan dapat diakses. Permasalahan ini, dikenal sebagai problema kelestarian³ dokumen (*document preservation*).

Kelestarian dokumen elektronik tidak hanya ditinjau dari sudut waktu, namun juga harus dilihat dari tingkat penggunaannya pada suatu masa dengan berbagai macam cara pengaksesan. Permasalahan kelestarian dokumen dapat dikelompokkan dalam dua sumbu penyebaran dokumen, yaitu: sumbu vertikal yang menyangkut waktu, dan sumbu horisontal yang menyangkut keragaman cara pengaksesan. Untuk lebih jelasnya, lihat pada gambar 3.

Pada Figur 3 dicontohkan pada sumbu horisontal suatu dokumen yang dituliskan dalam bentuk *word (MS-Office)*. Berdasarkan pengalaman dari mereka yang sering berkutat dengan dokumen elektronik diketahui bahwa format ini tidak dapat diakses langsung pada komputer yang menggunakan sistem operasi selain *windows*, seperti *linux*, *unix* ataupun *macintosh* tanpa adanya konversi ke bentuk lain, misalnya dalam bentuk *StarOffice* atau *OpenOffice*.

Pertanyaan yang dapat diajukan pada sumbu vertikal adalah: apakah suatu dokumen elektronik yang dibuat dalam format *pdf* pada tahun 2004, dapat juga dibaca pada tahun 2020, tanpa harus melalui konversi yang rumit? Adakah aplikasi selain *Acrobat Reader* yang dapat juga digunakan untuk membaca laporan tersebut?

Pertanyaan-pertanyaan ini tidak hanya berlaku untuk dokumen tekstual, namun berlaku juga untuk dokumen yang dipakai dalam suatu cabang ilmu yang memanfaatkan produk perangkat lunak tertentu. Misalnya gambar rancangan suatu mesin yang dibuat pada suatu jenis sistem CAD (*Computer Aided Design*), apakah rancangan ini masih tetap dapat diakses dengan mudah pada tahun 2030 ?

Permasalahan kelestarian dokumen elektronik seperti yang digambarkan pada Figur 3, dalam SPeDO diminimalisasi melalui penggunaan dokumen dengan format *pdf* dan mendayagunakan metadata XML untuk mendeskripsikan dokumen.

Untuk masa sekarang ini, format *pdf* sangat memadai dalam menjawab tantangan pada sumbu horisontal. Dokumen dengan format *pdf* dapat diakses dari jenis komputer personal apapun, tidak memerlukan tingkat keahlian pemakaian komputer yang tinggi.

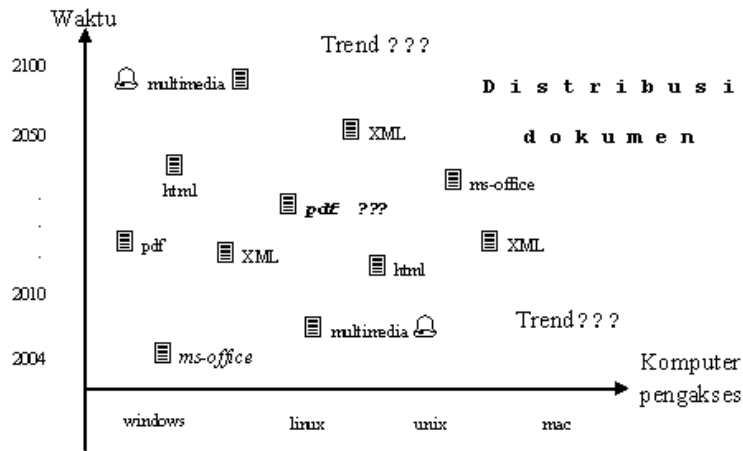
Alternatif penanggulangan permasalahan pada sumbu vertikal akan dibahas pada paragraf 7.

7. Metadata dan XML

Dilihat dari jenis pelayanan yang diberikan perpustakaan secara umum, perpustakaan harus dapat menyediakan informasi bagi mereka yang memerlukannya. Informasi tersebut biasanya ditampilkan melalui suatu katalog. Katalog dibuat setiap kali ada koleksi baru.

Setiap perpustakaan mungkin saja memiliki rancangan katalog yang berbeda-beda, sehingga apabila katalog yang ada dikonversikan sebagai katalog untuk dokumen elektronik, dapat menyebabkan persoalan karena tidak adanya keseragaman antar perpustakaan. Hal inilah yang menjadi penyebab dibutuhkan standarisasi katalog dokumen elektronik dan berupaya menjawab problema kelestarian dokumen pada sumbu vertikal.

³ Arti kata 'lestari' dalam artikel ini adalah kemampuan pengaksesan dokumen elektronik pada setiap waktu dan dari mana saja (kapan saja dan dimana saja).



Gambar 3. Kelestarian dokumen elektronik horisontal dan vertikal

Dewasa ini mulai dikembangkan juga pemanfaatan XML untuk mengaktifkan aplikasi tertentu secara otomatis dari dokumen XML yang berisi, baik data maupun cara untuk membaca data tersebut.

7.1 Metadata Koleksi Digital

Salah satu katalog yang banyak dipakai dewasa ini dalam dunia perpustakaan digital adalah sistem MARC yang mengikuti protokol ANSI Z39.50. Standar MARC mengikuti sistem katalog *Anglo-American Cataloguing Rules* yang di dalamnya harus terdapat pendeskripsian: jenis koleksi (*item*), cara pengaksesan koleksi (*main entry and added entries*), judul subyek (*subject headings*) dan pengklasifikasian koleksi (*call number*, untuk koleksi buku-buku biasanya menggunakan *Dewey Decimal Classification*). Protokol Z39.50 (lihat [ANSI04]) adalah suatu protokol yang ditujukan untuk mengatur cara ditemukannya kembali suatu jenis informasi dalam suatu sistem atau infrastruktur informasi.

Keunggulan protokol ini adalah dipisahkannya antara informasi yang menyangkut *server*, jenis dokumen, mesin pencarian, dan basis data dengan program antarmuka pengguna. Dengan demikian antara data dan pemakaiannya dapat diimplementasikan secara terpisah dan tidak tergantung pada komputer ataupun sistem operasinya.

Jenis katalog sebagaimana diuraikan di atas dikenal pula sebagai metadata koleksi digital. Metadata adalah suatu terminologi yang digunakan untuk menunjukkan “suatu data yang menerangkan data lainnya” atau singkatnya “data tentang data”. Dalam teknologi *web* modern, metadata biasanya diimplementasikan dengan menggunakan teknologi XML. XML memungkinkan dibuatnya metadata dokumen elektronik dalam bentuk teks biasa (*plain text*), dengan demikian pemrosesan dapat dipisahkan sepenuhnya dari data.

Dokumen dapat mendeskripsikan dirinya sendiri berdasarkan elemen-elemen yang didefinisikan dengan XML. Transfer data antar komputer dengan XML terjadi secara aliran bit (*bit stream*) dan tidak dipengaruhi oleh program aplikasi.

Pembuatan metadata dalam bentuk XML, menyebabkan katalog selalu terbaca dari komputer manapun tanpa terpengaruh oleh jenis komputer, program aplikasi dan sistem operasi. Penggunaan metadata yang seperti ini dapat dijadikan sebagai alternatif dalam penanganan masalah kelestarian dokumen pada sumbu horizontal. Namun belum menjawab tantangan sepenuhnya karena hanya dapat mengakses metadatanya saja.

7.2 Kontainer XML

Dengan membedakan antara data dengan presentasi, kontainer diartikan sebagai suatu tempat penampungan yang menyatukan antara data dengan presentasi tersebut, lihat Dekker (2004).

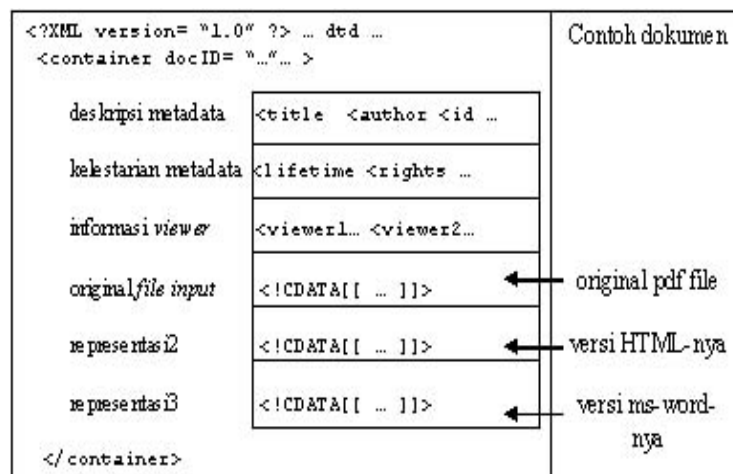
Untuk menjamin berlakunya solusi bagi kelestarian dokumen, konsep orientasi obyek diberlakukan. Semua informasi (metadata dan data) yang ada dibuat sebagai obyek. Obyek-obyek yang tercipta harus ditampilkan dengan aplikasi yang mendukungnya. Sesuai dengan konsep orientasi obyek, ada banyak obyek namun memiliki karakteristik yang sama. Koleksi obyek-obyek sejenis kemudian dibuat sebagai kelas tersendiri. Kelas-kelas informasi inilah yang kemudian akan ditampilkan dengan program aplikasi tertentu sebagai *viewer*-nya, seperti: *ms-word*, *acrobat reader*, *ghostview*, *ie*, dll. Cara ini membedakan antara kelestarian informasi dengan kelestarian program aplikasi (*viewer*). Memang tidak ada garansi bahwa kelestarian *viewer* terjamin untuk masa depan, namun paling tidak data yang ada masih terus dapat digunakan dan dapat diakses sampai kapanpun karena berupa *plain-text*.

Pemakaian solusi ini adalah alternatif yang menjanjikan dalam mengatasi masalah kelestarian dokumen pada sumbu vertikal. Salah satu pemanfaatan teknik kontainer yang sudah dilakukan adalah dalam digitalisasi dokumen-dokumen tahun 1960/70-an pada organisasi CERN (lembaga penelitian nuklir Eropa). Data-data yang sebelumnya disimpan pada media *magnetic-tape* dan ditampilkan dengan *viewer* yang saat ini sudah tidak diproduksi, diambil dan datanya disimpan ulang dalam bentuk XML, dengan sekaligus memberikan cara baru untuk menampilkan atau memprosesnya. Gambaran abstraksi teknik kontainer XML yang dibahas di atas dapat dilihat pada gambar 4.

8. Lapangan penelitian

Ditinjau dari penggunaan Java sebagai bahasa pemrograman utama dalam SPeDO maka implementasi lengkap SPeDO dapat dijadikan sebagai lapangan penelitian dalam bidang pemrograman berorientasi obyek untuk aplikasi berbasis *web*. Dalam bidang basis data, pengembangan dapat ditingkatkan dengan mengefisienkan koneksi metadata yang ada dalam SPeDO ke Internet atau dikenal pula dengan istilah *metadata harvesting*.

Fungsionalitas internal dapat ditingkatkan penggunaannya dengan membuat fungsi-fungsi tambahan yang memungkinkan pencarian cerdas, misalnya pencarian *full-text* dengan penggunaan indeksasi semantik ataupun ontologi, lihat Tim-Berners Lee, et. al. (2002). Teknologi pencarian cerdas yang akhir-akhir ini terus berkembang semakin memudahkan dengan adanya pengolahan data dengan menggunakan teknologi XML.



Gambar 4. Kontainer XML dan obyek-obyek informasi sebagai alternatif penanggulangan kelestarian dokumen

Sisi lain pengembangan fungsionalitas internal adalah dengan menambahkan otentikasi pengguna seperti halnya penggunaan tanda tangan elektronik (*digital signature*) untuk meyakinkan bahwa dokumen yang dikelola setelah melalui digitalisasi (lihat paragraf 5.2.2) adalah otentik hasil karya mahasiswa tertentu dan bukan hasil karya orang lain.

Selain untuk pengelolaan dokumen laporan kerja praktek dan tugas akhir, SPeDO dapat diperluas untuk pengelolaan katalog koleksi lainnya, seperti buku, CD ROM, majalah, jurnal dan koran. Dengan pengembangan yang berkesinambungan SPeDO dapat dijadikan sebagai sistem pengelolaan pengetahuan (*knowledge management*), lihat Abdullah, et. al. (2002) dan *digital library* untuk pengelolaan koleksi perpustakaan yang handal.

9. Kesimpulan

Inisiatif pengembangan sistem pengelolaan dokumen online merupakan langkah awal yang dapat terus dilanjutkan di masa mendatang. Fungsionalitas pengelolaan SPeDO yang lengkap dalam tingkatan administrator, pengguna internal maupun eksternal merupakan jaminan bahwa SPeDO dapat diandalkan untuk terciptanya keselarasan antara koleksi tercetak (*hard copy*) dan koleksi digital perpustakaan. Jaminan ini tentu saja dibutuhkan untuk turut berpartisipasi aktif dalam pemanfaatan teknologi informasi masa kini.

Tidak hanya untuk masa kini, dengan arsitektur SPeDO yang fleksibel dan dengan keuntungan penggunaan metadata XML, SPeDO menjamin bahwa koleksi yang ada dapat pula diakses dan digunakan di masa depan.

Sebagai kata penutup dapat disampaikan bahwa pembuatan aplikasi pengelolaan dokumen elektronik yang mengarah pada kelestarian dokumen merupakan suatu usaha yang kompleks dan dapat memakan waktu yang lama. Hal ini terjadi karena banyaknya batasan organisasi, teknologi dan cara pengimplementasian yang harus dipertimbangkan.

10. Status Implementasi SPeDO

Pada saat artikel ini ditulis pembuatan SPeDO memasuki tahap pengimplementasian logika presentasi, basis data relasional serta fungsionalitas untuk administrator. Prototip dibangun pada mesin PIII-700 256M memori dengan penggunaan produk *open sources* sebagaimana dibahas pada paragraf 4.4.

Daftar Pustaka

- Abdullah, et. al. (2002). *Knowledge Modelling Techniques For Developing Knowledge Management Systems*. 3rd European Conference on Knowledge Management, Dublin, Ireland, ISBN:0-9540488-6-5, pp. 15-25. September 2002.
- Cheryl D Wright. *Digital Library Technology Trends*. Sun Microsystem Inc. Agustus 2002.
- Clare M McClean (1998). *Digitization of full-text documents before publishing on the Internet*. Library Software Review; Vol. 17 Iss. 3 pg. 165, September 1998.
- David A Wheeler (2004). *Why Open Source Software / Free Software (OSS/FS)? Look at the Numbers!*. http://www.dwheeler.com/oss_fs_why.html; akses Maret 2004.
- Dekker, et. al. (2000). *An electronic archive for academic communities*. <http://www.library.tudelft.nl/earchive/Documenten/Resultaten/e.archive.acad.comm2.doc>, akses April 2004.
- HAKI (2002). Undang Undang Republik Indonesia No. 19/2002. Pasal 25, 29(1a), dan 30. Juli 2002.
- Henry M. Gladney, et. al (1994). *Digital Library: Gross Structure and Requirements (Report from a Workshop)*. IBM Research Report RJ 9840, Mei 1994
- Norshuhada Shiratuddin, et. al. (2003). *A Usability Study for Promoting eContent in Higher Education*. Educational Technology & Society, 6(4), 112-124, 2003.
- Tim-Berners Lee, et. al. (2002). *The Semantic Web*. Scientific American Special Online Issue. April 2002.