

SISTEM KONVERSI DATA GEOGRAFIS MENGGUNAKAN XML DAN JAVA PADA APLIKASI BERBASIS WEB

Febriliyan Samopa, Beny Yulkurniawan Victorio Nasution

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Email: iyan@its-sby.edu, bee01@si.its-sby.edu

ABSTRAK

Permasalahan pertukaran data geografis sudah menjadi permasalahan dalam industri SIG (Sistem Informasi Geografis) untuk waktu yang cukup lama. Salah satu solusi yang dihasilkan adalah penggunaan dari XML (Extensible Markup Language) berbasis GML (Geography Markup Language) yang dipelopori oleh OpenGIS Consortium. GML memisahkan antara isi (content) dengan penyajian (presentation).

Pembuatan peta menggunakan GML membutuhkan transformasi data GML menjadi bentuk penyajian yang mampu diterjemahkan oleh perangkat lunak. SVG (Scalable Vector Graphics) merupakan bagian dari XML untuk penyajian grafis dua dimensi yang dapat digunakan pada proses penyajian data GML. Proses transformasi data GML menjadi dokumen SVG dapat dilakukan oleh XSLT (Extensible Stylesheet Language for Transformation). XSLT merupakan dokumen berbasis XML yang berfungsi untuk menerjemahkan data GML menjadi elemen-elemen grafis SVG. Implementasi perangkat lunak berdasarkan perancangan diterapkan pada lingkungan web menggunakan Java dan JavaServer Pages.

Berdasarkan uji coba dapat disimpulkan bahwa dokumen SVG yang dihasilkan dari transformasi dan konversi shapefile perangkat lunak penulis memiliki detail yang cukup tinggi dan hampir identik dengan hasil dari ESRI Arc View.

Kata Kunci : SIG, GML, SVG, transformasi GML ke SVG, konversi shapefile ke GML.

1. PENDAHULUAN

Hingga saat ini, telah dikenal berbagai format *proprietary* dari berbagai aplikasi SIG (Sistem Informasi Geografis), baik dari segi pembuatnya maupun perbedaan format datanya. Hal ini merupakan suatu kewajaran, karena setiap pembuat menginginkan format yang efisien dan sesuai dengan aplikasi yang dibuat. Dalam perkembangannya, terdapat beberapa fungsi dan aplikasi untuk melakukan perubahan antar format, akan tetapi tidak memberikan hasil yang diinginkan karena setiap format data memiliki keunikan tersendiri yang menjadikan hambatan untuk diubah ke format lainnya.

Hal ini juga menjadi hambatan untuk webmapping, karena setiap aplikasi akan memerlukan client environment yang berbeda-beda pula. Tentunya tidak semua pihak bersedia menginstall aplikasi tersendiri (*applet* khusus, *plug-ins* tertentu dan sebagainya) untuk setiap aplikasi webmap yang diinginkan. Karena perbedaan format menghambat pemanfaatan data geografis secara lebih luas, maka diperlukan cara pertukaran data yang dapat dipahami secara global. Fungsi ini dapat dipenuhi oleh XML (Extensible Markup Language).

XML merupakan teknologi yang menyediakan fasilitas sintaks yang fleksibel dan tidak tergantung pada sistem yang digunakan. Sehingga merupakan pilihan yang sesuai sebagai sarana pertukaran data untuk berbagai macam sistem, baik melalui media internet maupun jalur lainnya.

Penggunaan XML memungkinkan penerapan SIG melalui internet dalam bentuk yang lebih terbuka, murah dan beragam tapi memiliki kompatibilitas. Hal ini dapat diwujudkan dengan penggunaan turunan dari XML yaitu SVG (Scalable Vector Graphics), GML (Geographics Markup Language) dan XSL (Extensible Stylesheet Language).

SVG memberikan kemampuan untuk menampilkan data geografis dalam bentuk grafis. SVG sendiri merupakan suatu standar terbuka untuk tampilan grafis dua dimensi. SVG memungkinkan penggunaan vektor yang memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan format lainnya. SVG memiliki kemampuan untuk memuat data vektor, bitmap dan teks. Akan tetapi kemampuan ini belum mampu mendukung sepenuhnya untuk fungsi SIG lainnya misalnya, standar link feature terhadap data, sistem referensi spasial yang digunakan, atau skema standar spasial yang digunakan. Sehingga diperlukan adanya turunan XML lainnya yaitu GML.

GML merupakan satu turunan dari XML yang memiliki fungsi untuk transformasi dan penyimpanan data geografis, baik data spasial maupun data non spasial dari obyek geografis. GML menyediakan *framework* yang terbuka dan independen untuk mendefinisikan suatu obyek maupun skema dari data geografis. GML hanya memiliki fokus pada isi dari data geografis saja sehingga untuk menyajikannya diperlukan fungsi lainnya, dalam hal ini digunakanlah SVG.

GML memiliki kemampuan untuk melakukan penyimpanan data geografis, baik data spasial maupun data non spasial dari obyek geografis. GML menyediakan *framework* yang terbuka dan independen untuk mendefinisikan suatu obyek maupun skema dari data geografis. Akan tetapi GML hanya difokuskan pada penyimpanan isi dari data geografis saja, sehingga untuk penyajian diperlukan fungsi lainnya, yaitu SVG. SVG memberikan kemampuan untuk penyajian data geografis dalam bentuk grafis. SVG memiliki kemampuan untuk memuat data vektor, *bitmap* dan teks.

2. DATA PROPRIETARY

Data *proprietary* merupakan data yang berasal dari vendor pembuat suatu aplikasi tertentu. Data *proprietary* merupakan data dengan format tertutup yang memiliki karakteristik yang berbeda bergantung pada kebutuhan dan desain aplikasi yang dihasilkan oleh *vendor*. Karena formatnya yang tertutup, data ini tidak dimungkinkan untuk digunakan oleh aplikasi lain dari vendor maupun organisasi pembuat perangkat lunak yang berbeda.

Dalam industri SIG, terdapat bermacam-macam perangkat lunak yang merupakan *proprietary* dan data yang dihasilkan merupakan data *proprietary*. Contohnya adalah ESRI Arc View, Map Info, Autodesk, Erdas Imagine, dan lain sebagainya.

Permasalahan dengan adanya data *proprietary* adalah kesulitan dalam proses pertukaran data antar ruang kerja pengembangan aplikasi SIG, terutama yang berbasis *web* (*webmapping*). Data *proprietary* membutuhkan suatu *plugin* tertentu untuk diubah ke bentuk lainnya. Perubahan dapat juga dilakukan menggunakan perangkat lunak pihak ketiga, akan tetapi hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan format *vendor* asal.

3. WEBMAPPING

Webmapping adalah sebuah konsep penyajian data geografis melalui *web browser*. Webmapping mengintegrasikan berbagai macam *data source* yang terdistribusi menjadi satu atau lebih gambar peta yang secara visual mengkomunikasikan antar daerah, negara maupun interaksi internasional melalui web. Fitur yang dimiliki oleh webmapping adalah sebagai berikut:

- Pemisahan yang tepat antara data, pemrosesan, dan penyajian, yang memperbolehkan komponen untuk digunakan kembali (*re-useable*) dan dipertukarkan.
- Sumber informasi yang terdistribusi. Terhubung ke data jaringan dan layanan dimanapun.
- Penggunaan aturan dari OSI (Open Standard Interface) antar komponen yang memberikan kebebasan pada vendor dan platform.

- Integrasi dari informasi yang berbeda-beda, misalnya peta, dokumen, metadata, multimedia dan sebagainya.
- Latar belakang munculnya webmapping ini adalah adanya batasan penyajian data SIG dalam dunia web dibandingkan dengan aplikasi SIG secara langsung. Beberapa alternatif yang muncul adalah:
- Menggunakan plugins dari aplikasi SIG, hal ini bagus akan tetapi penggunaannya terbatas.
- Aplikasi Java berbasis web, alternatif ini dinilai cukup bagus akan tetapi nilainya berkurang diakibatkan performansi.
- Flash, alternatif yang sangat bagus akan tetapi merupakan produk proprietary dan merupakan bahasa scripting.

Alternatif lain yang menjadi pilihan dalam webmapping adalah penggunaan XML (Extensible Markup Language) dalam pertukaran data. Alasan digunakannya XML adalah XML merupakan bahasa yang memiliki format standar dan terbuka, sehingga tidak bergantung pada vendor, platform maupun aplikasi tertentu.

Teknologi yang digunakan untuk pengembangan webmapping sering dikenal sebagai WMS (Web Mapping Server). WMS merupakan teknologi yang memberikan layanan terhadap pertukaran dan penyajian peta secara on-line melalui internet antara server dan client. WMS dibangun dengan standar yang telah ditetapkan oleh OGC (Open Geospatial Consortium).

4. GEOGRAPHICS MARKUP LANGUAGE

GML merupakan sebuah XML yang berbasis pada pengkodean dengan standar dari informasi geografis yang dibangun oleh OGC (OpenGIS Consortium). Status terakhir adalah sebuah RFC (Request For Comment) dibawah pengawasan dari OGC. RFC didukung oleh berbagai macam *vendor* termasuk didalamnya Oracle, Galdos System, MapInfo, CubeWerx dan Compusult.

GML merupakan bahasa yang diturunkan dari XML, yang dibangun untuk membantu memisahkan isi dari penyajian, GML melakukan hal ini dalam dunia geografis. GML berkonsentrasi pada representasi dari isi data geografis. GML dapat juga digunakan membuat peta. Hal ini dapat diselesaikan dengan membangun alat bantu untuk mengartikan data GML. Akan tetapi hal ini bertentangan dengan tujuan dari standarisasi dan pemisahan antara sisi dan penyajian.

Untuk membuat peta dari GML, dibutuhkan merubah format dari elemen GML menjadi format yang dapat diterjemahkan oleh tampilan grafis dalam web browser. Tampilan grafis yang mungkin dipakai adalah SVG (Scalable Vector Graphics), VML (Microsoft Vector Language) dan X3D. Format peta digunakan untuk mengalokasikan elemen GML dan

menginterpretasikannya menggunakan format grafis umum.

Seperti halnya pengkodean XML, GML merepresentasikan informasi geografis dalam bentuk teks. Teks memiliki kesederhanaan dan kemudahan pembacaan pada satu sisi. Hal ini memudahkan pemeriksaan dan perubahan yang akan dilakukan.

GML berbasis pada model abstrak geografis yang dibangun oleh OGC. Hal ini mendeskripsikan tentang istilah entitas geografis yang dikenal sebagai fitur/features. Fitur adalah tidak lebih dari sebuah daftar properti dan geometri. Properti memiliki nama umum, tipe, deskripsi nilai. Geometri merupakan komposisi dari geometri bangunan dasar misalkan, titik, garis, kurva, permukaan dan poligon.

Pengkodean GML juga dapat berupa fitur yang cukup kompleks. Sebuah fitur sebagai contoh dapat berupa komposisi dari fitur yang lainnya. Sebuah fitur tunggal seperti bandara udara dapat berupa komposisi dari fitur yang lain, misalkan jalur taksi, jalur terbang, hangar, dan terminal udara. Fitur geografis dari geometri juga dapat berupa komposisi dari berbagai macam elemen geometri. Fitur geometri kompleks dapat terdiri dari campuran dari tipe geometri termasuk titik, garis dan poligon. Gambar 1 merupakan penggalan kode GML sederhana untuk gedung.

Pada rekomendasi XML 1.0 dari W3C, versi terakhir dari GML adalah berdasarkan XML 1.0 dan menggunakan FeatureCollection sebagai dasar dari dokumen yang dibuat. FeatureCollection adalah koleksi dari fitur GML dengan *Envelope* (merupakan batasan dari set fitur), kumpulan properti yang digunakan dalam FeatureCollection dan daftar pilihan dari *Spatial Reference System Definitions*. Sebuah FeatureCollection dapat juga berisi FeatureCollection yang lain, yang menunjang *Envelope* dari pembatasan

FeatureCollection yang membatasi *Envelope* dari semua yang mengandung FeatureCollection.

Ketika permintaan dibuat untuk data GML dari server GML, data selalu dikembalikan dalam bentuk FeatureCollection. Disini tidak ada batasan dalam RFC GML tentang jumlah feature yang dapat dimuat dalam FeatureCollection. Hal ini dikarenakan FeatureCollection dapat berisi FeatureCollection lainnya yang masih berhubungan secara sederhana untuk penggabungan FeatureCollection yang diterima dari sebuah server dalam koleksi yang lebih besar.

Ketika GML secara efektif berarti transportasi informasi geografis dari satu tempat ke tempat lainnya, dapat diharapkan bahwa hal tersebut menjadi hal penting dalam penyimpanan informasi geografis dengan baik. Elemen kuncinya adalah XLink dan XPointer. Sementara dua spesifikasi ini dalam pengembangan dan implementasi, keduanya memiliki peranan penting dalam pembangunan set data geografis kompleks dan terdistribusi. Data geografis secara lazim tersebar diberbagai tempat di dunia. GML dipercaya nantinya digunakan sebagai bentuk penyimpanan yang mengkombinasikan antara XLink dan XPointer yang memberikan kontribusi yang sangat berguna untuk permasalahan integrasi dan standarisasi peta.

Beberapa spesifikasi dasar XML untuk mendeskripsikan elemen grafis vektor telah dikembangkan, termasuk didalamnya adalah SVG, VML dan X3D. Untuk menampilkan tiga elemen grafis vektor diatas diperlukan aplikasi tambahan. SVG dapat ditampilkan dengan menambahkan aplikasi bantuan yang dikembangkan oleh Adobe untuk *web browser* Internet Explorer dan Netscape Communicator. Beberapa aplikasi SVG berbasis Java juga tersedia. Untuk VML sudah terpaket secara langsung dalam Internet Explorer 5.0.

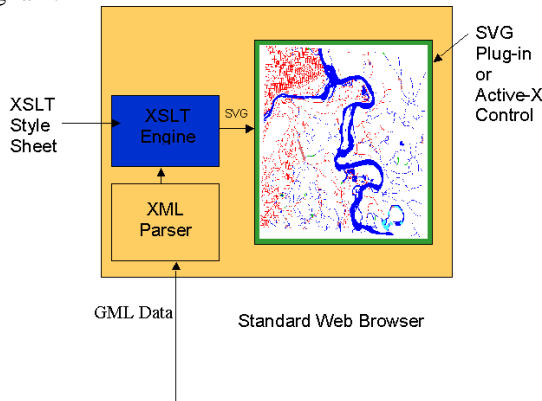
```
<Feature fid=142 featureType=school Description=A
middle school>
  <Polygon name=extent srsName=epsg:27354>
    <LineString name=extent srsName=epsg:27354>
      <CDATA>
        491888.999999459,5458045.99963358
        491904.999999458,5458044.99963358
        491908.999999462,5458064.99963358
        491924.999999461,5458064.99963358
        491925.999999462,5458079.99963359
        491977.999999466,5458120.9996336
        491953.999999466,5458017.99963357
      </CDATA>
    </LineString>
  </Polygon>
```

Gambar 1. Dokumen GML untuk Identifikasi

Untuk menampilkan peta dari GML dibutuhkan perubahan data dari GML menjadi salah satu dari format data vektor grafis antara lain SVG, VML atau X3D. Hal ini berhubungan dengan format grafis (misalkan simbol, warna, tekstur) dalam setiap tipe fitur GML atau instan fitur. Gambar 2 merupakan ilustrasi proses transformasi dokumen GML menjadi SVG.

GML merupakan pengkodean fitur geografis sederhana berbasis teks. GML didasarkan pada model umum dari geografis (Spesifikasi Abstrak OGC) yang telah dikembangkan dan disetujui perkembangannya secara cepat oleh berbagai vendor SIG di berbagai belahan dunia. Hal yang paling penting adalah GML berbasis pada XML. Hal ini dianggap penting karena XML memberikan kemampuan untuk melakukan

verifikasi integritas data. Yang kedua adalah berbagai macam dokumen XML dapat dibaca dan diubah menggunakan editor teks sederhana. Yang ketiga adalah sejak adanya penambahan jumlah dari bahasa XML, akan lebih mudah untuk melakukan integrasi data GML dengan data non spasial. Dan yang paling penting adalah XML mudah untuk ditransformasikan. Dengan menggunakan XSLT atau bahasa pemrograman yang lainnya, transformasi XML dapat secara mudah dilakukan dari satu bentuk ke bentuk yang lain.



Gambar 2. Pembuatan Peta dari GML menjadi SVG

5. SCALABLE VECTOR GRAPHICS

SVG (*Scalable Vector Graphics*) merupakan bahasa yang digunakan untuk mendeskripsikan grafis dua dimensi dalam XML. SVG memperbolehkan tiga tipe dari obyek grafis, yaitu bentuk vektor grafis (misalkan jalur yang terdiri dari garis lurus dan kurva), gambar dan teks.

Hasil dari SVG dapat juga interaktif dan dinamis. Animasi dapat didefinisikan dan ditimbulkan secara deklaratif (misalkan, dengan menempelkan elemen animasi SVG pada isi SVG) atau dengan menggunakan skripting.

SVG dapat digunakan untuk menghasilkan berbagai macam variasi dari obyek grafis, dan juga menyediakan bentuk dasar umum seperti bujur sangkar dan elips. SVG memberikan pengendalian kualitas melalui sistem koordinat dari obyek grafis yang telah didefinisikan dan transformasi yang akan digunakan selama proses *render*.

6. JAVA OPEN SOURCE

Java Open Source yang digunakan dalam perangkat lunak ini adalah sebagai berikut:

- *Apache Tomcat*, merupakan servlet container yang digunakan pada referensi pengimplementasian resmi dari teknologi *Java Servlet* dan *JavaServer Pages*.
- *Deegree Project*, merupakan sebuah proyek *open source* yang diimplementasikan menggunakan Java. Deegree memiliki kemampuan dalam

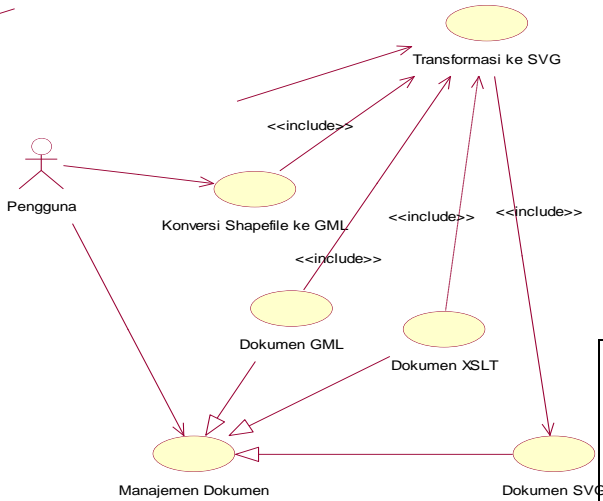
pembangunan infrastruktur data spasial sesuai dengan standar dari OGC (*Open GIS Consortium*) dan ISO/TC 211. Keseluruhan arsitektur deegree didasarkan pada konsep dan spesifikasi OGC dan tidak memiliki permasalahan untuk diintegrasikan dengan produk standar dari *vendor* lain.

- *Batik*, merupakan teknologi Java berbasis alat bantu (*toolkit*) untuk aplikasi ataupun *applet* yang akan menggunakan format SVG untuk berbagai macam keperluan misalkan penyajian, pemrosesan dan manipulasi.
- *JAI (Java Advanced Imaging)*, yang digunakan untuk pemrosesan gambar dengan performa tinggi dan mutakhir untuk digabungkan bersama *applet* dan aplikasi lainnya.
- *JTS (Java Topology Suite)*, merupakan API yang memberikan kemampuan untuk implementasi dari model data spasial yang didefinisikan dalam OGC SFS (*Simple Features Specification for SQL*). JTS mengimplementasikan secara matang operasi kunci dari komputasi geometri dan memiliki format *Well-Known Text* dalam masukan dan keluaran.
- *Xerces2*, merupakan salah satu proyek dari Apache yang memperkenalkan XNI (*Xerces Native Interface*), sebuah *framework* lengkap untuk pembangunan komponen *parser* dan konfigurasi yang secara ekstrim dibentuk modular dan mudah untuk diprogram. Xerces2 mampu melakukan parsing dokumen yang ditulis sesuai dengan rekomendasi XML 1.1, kecuali dokumen tersebut belum didukung oleh spesifikasi yang dimiliki Xerces2.
- *Saxon*, saxon merupakan satu set alat bantu untuk melakukan pemrosesan dokumen XML. Saxon umumnya berguna ketika melakukan konversi data XML menjadi format lainnya. Format keluaran dapat saja berupa XML, HTML, format lainnya misalkan nilai yang dipisahkan oleh koma, *EDI messages*, atau data dalam *database* relasional.

7. PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Proses bisnis yang dimiliki oleh perangkat lunak terdiri dari tiga macam proses yaitu proses konversi, proses transformasi dan proses manajemen dokumen. Proses konversi merupakan proses untuk melakukan konversi data dari dokumen shapefile menjadi data dalam bentuk dokumen GML yang dapat dibaca manusia berisi fitur geografis beserta atributnya. Proses transformasi merupakan proses perubahan proses transformasi dokumen GML menjadi informasi geografis dalam bentuk visual. Proses manajemen dokumen merupakan proses pengaturan dokumen-dokumen yang berhubungan dengan perangkat lunak. Proses ini memiliki kemampuan untuk melakukan penambahan, penghapusan maupun perubahan

dokumen. Untuk lebih jelasnya dapat diamati pada gambar 3. Gambar 3 merupakan diagram use-case untuk perangkat lunak. Diagram ini dibangun dari penentuan entitas yang diperlukan dalam perangkat lunak ini dimulai dari penentuan aktor kemudian use-case.



Gambar 3. Use Case Sistem

Dalam perangkat lunak ditentukan satu entitas aktor yaitu pengguna. Pengguna mampu memilih tiga proses, yaitu manajemen dokumen, konversi shapefile ke GML dan transformasi ke SVG.

Entitas *use-case* dalam perangkat lunak terbagi menjadi bagian utama yaitu manajemen dokumen, konversi *shapefile* ke GML dan transformasi ke SVG. *Use-case* Manajemen dokumen merupakan *use-case* generalisasi dari tiga *use-case*, yaitu Dokumen GML, Dokumen XSLT dan Dokumen SVG. Manajemen dokumen memiliki kemampuan untuk melakukan proses manipulasi dokumen, antara lain melakukan penghapusan dokumen, perubahan dokumen dan penambahan dokumen. *Use-case* Konversi *shapefile* ke GML merupakan *use-case* untuk melakukan konversi dokumen *shapefile*. *Use-case* transformasi ke SVG melakukan penanganan terhadap transformasi dokumen GML hasil konversi menjadi dokumen XSLT. *Use-case* ini merupakan *include* dari dua *use-case* lain, yaitu *use-case* dokumen GML dan *use-case* dokumen XSLT, serta menuju *use-case* lainnya dengan *stereotype include* yaitu *use-case* dokumen SVG.

8. IMPLEMENTASI PERANGKAT LUNAK

Data yang diperlukan untuk perangkat lunak merupakan data geografis dari ESRI Arc View yang memiliki format *shapefile*. Data yang diperlukan adalah tiga macam data, pertama adalah data dari dokumen utama, berekstensi shp, yang merupakan dokumen penyimpanan informasi fitur geografis. Yang kedua adalah data indeks, berekstensi shx, yang merupakan dokumen pengatur indeks antara dokumen utama dengan dokumen *database*. Dokumen ketiga

adalah data dari database, berekstensi dbf, yang merupakan dokumen penyimpanan data tambahan pendukung dari fitur geografis.

Dari ketiga data tersebut akan dilakukan konversi menjadi dokumen GML sesuai dengan *OpenGIS Geography Markup Language Implementation Specification*. Contoh dokumen hasil konversi dapat dilihat pada gambar 4. Proses konversi berlangsung dari pemilihan dokumen yang dibutuhkan untuk kemudian di-*upload* ke *server*. Dokumen kemudian diekstrak untuk diambil fitur geografisnya. Selanjutnya adalah perubahan data hasil ekstraksi menjadi elemen-elemen geografis GML. Elemen-elemen ini kemudian disimpan menjadi dokumen GML yang sesuai dengan spesifikasi OpenGIS dan aturan penulisan dokumen XML.

```

<header dokumen xml />
<nama_doc schema_yang_digunakan>
  <fitur_gml>
    <isi_gml>
      :
    </isi_gml>
  </fitur_gml>
</nama_doc>
  
```

Gambar 4. Struktur Dokumen GML Sederhana Hasil Konversi

Dokumen ini merupakan dokumen SIG yang akan menjadi standar baku dalam pertukaran data geografis dalam dunia *web*. Data ini hanya berisi data geografis saja, karena GML memiliki karakteristik untuk memisahkan antara isi dengan penyajian. Contoh dokumen GML hasil konversi dapat dilihat pada gambar 5.

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<exp:FeatureCollection
xmlns:exp="http://www.opengis.net/examples"
xmlns="http://www.opengis.net/exp"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink">
  <gml:boundedBy>
    <gml:Box>
      <gml:coordinates>
        333070,9870989
        444373,10000000
      </gml:coordinates>
    </gml:Box>
  </gml:boundedBy>
  <gml:featureMember>
    <exp:Area fid="ID0">
      <gml:extentOf>
        <gml:Polygon
srsName="http://www.opengis.net/gml/srs/epsg.xml#4326">
          <gml:outerBoundaryIs>
            <gml:LinearRing>
              <gml:coordinates cs=","
                decimal="." ts=" " >
  
```

```

404733.93995322793,9911271.513100438
404822.02604605904,9911330.237162326
:
404733.93995322793,9911271.513100438
      </gml:coordinates>
    </gml:LinearRing>
  </gml:outerBoundaryIs>
</gml:Polygon>
</gml:extentOf>
</exp:Area>
</gml:featureMember>
:
</exp:FeatureCollection>
    
```

Gambar 5. Dokumen GML Hasil Konversi

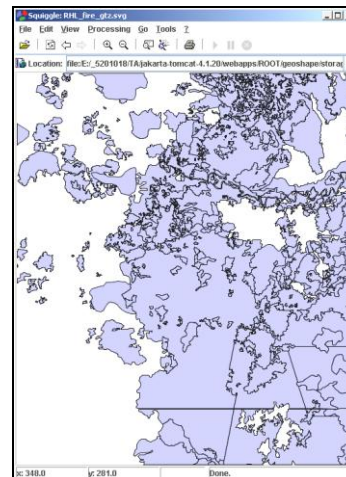
Proses penyajian data geografis dilakukan dengan melakukan transformasi data GML menjadi bentuk penyajian visual, yaitu SVG. Proses ini dimulai dari pemilihan dokumen GML dan dokumen XSLT yang dipergunakan untuk transformasi. XSLT *Processor* yang dipergunakan untuk melakukan transformasi adalah Saxon. Dalam proses transformasi ini, dokumen GML diekstrak untuk diambil elemen-elemen yang berkaitan dengan penggambaran peta terutama koordinat peta. XSLT mengatur permasalahan untuk pewarnaan, ukuran peta, dan data non-spasial lainnya. Akhir dari proses transformasi ini adalah peta geografis yang dapat disajikan menggunakan *web*. Saat ini penyajian dokumen menggunakan format SVG dapat dilakukan oleh *web browser* yang telah dilengkapi dengan *plugin* SVG. Salah satu *plugin* SVG yang free adalah Adobe SVG. Penyajian dokumen SVG dapat juga dilakukan menggunakan *web browser* khusus SVG, salah satu dikenal adalah Squiggle Batik Browser dari Apache Foundation. Contoh dokumen SVG dapat dilihat pada gambar 6.

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<svg width="517" height="600">
  <defs>
    <gid="L1_9" transform="scale(0.25)">
    <path style="fill-rule:nonzero;
      fill:#EBF322;stroke:#000000;
      stroke-miterlimit:2;"
      d="M13.793,17.647h41.176"/>
    </gid>
  </defs>
  <path style="stroke-width:1;
    fill:rgb(180,180,255);
    stroke:rgb(0,0,0);
    fill-rule:evenodd;" id=""
  d="M332.877433275103,412.6554490681976
  :
  L331.458451953004,514.108079680250"/>
</svg>
    
```

Gambar 6. Penggalan Dokumen SVG

Dokumen hasil transformasi dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil Penyajian pada Web Browser

9. UJI COBA SISTEM Skenario Uji Coba

Uji coba yang dilakukan adalah uji coba perbandingan tingkat ketelitian dari gambar yang dihasilkan. Gambar yang dihasilkan adalah gambar hasil *capture* menggunakan HyperSnap dan disamakan format gambarnya menggunakan Adobe Photoshop. Tingkat perbandingan gambar dinyatakan dengan skala persen 0.00 – 100.00%. Semakin besar persentase maka tingkat persamaan gambar semakin tinggi, sehingga gambar dapat dinyatakan hampir identik.

Skenario uji coba diawali dengan pemilihan lima macam dokumen *shapefile* yang sudah dikonversi dan ditransformasikan menjadi dokumen SVG. Dokumen *shapefile* ini merupakan data geografis rehabilitasi hutan dan lahan kabupaten Kutai Barat yang diperoleh dari CIFOR (*Center for International Forestry Research*). Nama dokumen merupakan satu set dokumen *shapefile* yang terdiri dari dokumen utama (.shp), dokumen index (.shx) dan dokumen data (.dbf). Nama dokumen hasil proses merupakan dokumen akhir hasil proses konversi dan transformasi yang berekstensi .svg. Tipe fitur geografis merupakan tipe yang dimiliki oleh setiap dokumen geografis. Dalam hal ini tipe fitur yang dimiliki oleh kelima dokumen adalah polygon. Jumlah fitur yang dimiliki oleh setiap dokumen tidaklah sama. Hal ini berkaitan dengan kompleksitas dari data geografis yang disimpan dalam dokumen tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Dokumen Uji Coba

Nama Dokumen	Nama Dokumen Hasil Proses	Tipe Fitur Geografis	Banyak Fitur
Tghk	rhl_tghk.svg	Polygon	28
Rtrwp_98	rhl_rtrwp_98.svg	Polygon	22
Kecamatan	rhl_kecamatan.svg	Polygon	9
Lsys	rhl_lsys.svg	Polygon	303

Fire_gtz	rhl_fire_gtz.svg	Polygon	555
----------	------------------	---------	-----

Gambar hasil transformasi akan ditampilkan menggunakan Squiggle Batik Browser yang mendukung sepenuhnya format dokumen SVG. Gambar lainnya yang akan dipergunakan untuk melakukan perbandingan diperoleh dari penyajian theme menggunakan ESRI Arc View 3.2.

Gambar yang ditampilkan akan di-capture menggunakan HyperSnap dengan format BMP (*Bit Map Picture*). Alasan pemilihan format gambar ini karena BMP merupakan format gambar raster dengan kualitas yang paling bagus dan belum mengalami kompresi dalam dokumen gambar, seperti halnya JPEG. Gambar hasil capture dari kedua jenis penyajian gambar tidak memiliki ukuran yang sama yang dinyatakan dalam pixels. Untuk menyamakan ukuran kedua gambar dipergunakan Adobe Photoshop 7.0 dengan format gambar keluaran sama, misalkan dipergunakan format BMP 24-bit.

Setelah dilakukan perubahan ukuran gambar, skenario selanjutnya adalah melakukan perbandingan gambar menggunakan Image Comparer dan Image Diff.

Hasil Uji Coba

Proses uji coba dilakukan sesuai dengan rangkaian skenario yang sudah dirancang. Proses ini diawali dengan proses capture dari kedua perangkat lunak (perangkat lunak penulis dan ESRI Arc View 3.2). Selanjutnya diikuti dengan perubahan ukuran gambar dan yang paling akhir adalah perbandingan gambar. Pada tabel 2 dapat dilihat hasil perbandingan gambar menggunakan Image Comparer dan ImageDiff. Sebagai catatan, hasil perbandingan dari ImageDiff merupakan persentase ketidaksamaan, sehingga untuk mendapatkan persentase kesamaan, maka dilakukan pengurangan terhadap nilai 100% oleh hasil dari ImageDiff (100% - %ImageDiff)

Tabel 2. Hasil Uji Coba

Nama Dokumen	Perbandingan (dalam %)	
	Image Comparer	ImageDiff
Tghk	99	96.07
Rtrwp_98	99	96.77
Kecamatan	98	98.02
Lsys	100	88.25
Fire_gtz	99	86.3

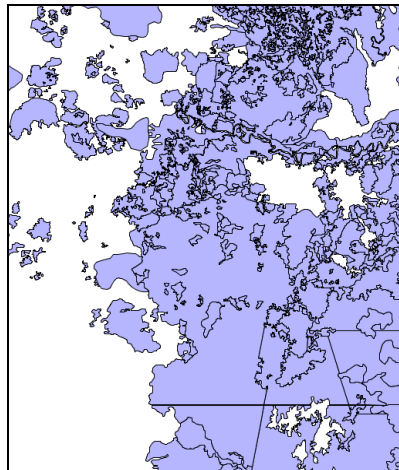
Salah satu pasangan gambar yang dipergunakan dalam proses perbandingan dapat dilihat pada gambar 8 dan gambar 9. Gambar tersebut merupakan penyajian dari dokumen fire_gtz.

Analisa Uji Coba dan Evaluasi

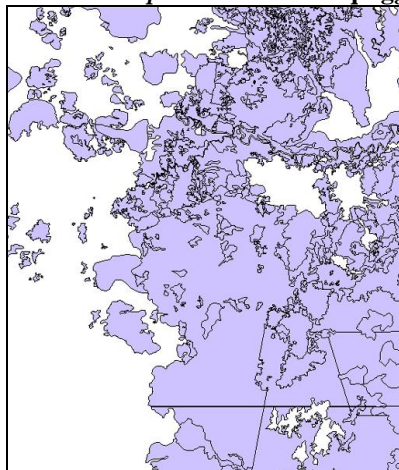
Hasil uji coba perbandingan gambar disajikan pada gambar 10 yang disajikan dalam bentuk diagram.

Dari hasil uji coba dapat disimpulkan bahwa gambar yang dihasilkan oleh perangkat lunak untuk melakukan konversi *shapefile* dan transformasi menjadi bentuk SVG memiliki tingkat persamaan yang cukup tinggi yaitu antara 86,30% hingga

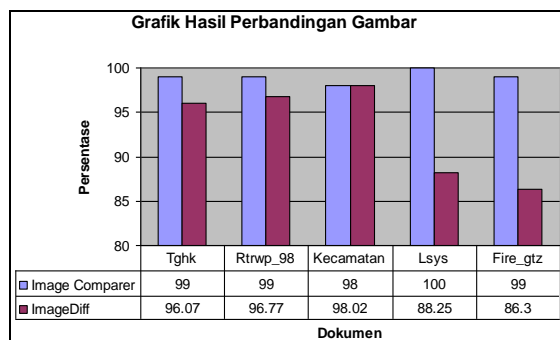
100,00%. Beberapa kendala yang menyebabkan tingkat persentase persamaan gambar memiliki rentang yang cukup lebar adalah yang pertama warna yang digunakan. Warna yang dipergunakan dalam kedua dokumen tidak sama.



Gambar 8. Capture SVG dari Squiggle



Gambar 9. Capture dari ESRI Arc View



Gambar 10. Grafik Hasil Perbandingan Gambar

Kedua adalah proses capture. Proses capture dokumen dilakukan secara manual melalui pemilihan daerah yang akan di-capture. Proses ini dapat menyebabkan pergeseran letak gambar baik secara horizontal maupun vertikal sebesar satu piksel. Perbedaan ini dapat menyebabkan perangkat lunak perbandingan gambar menyatakan bahwa piksel yang

dibandingkan berbeda walaupun secara visual nampak sama.

Ketiga adalah lebar titik atau garis yang dipergunakan. Garis yang dipergunakan oleh ESRI Arc View untuk penyajian secara visual nampak lebih tipis dibandingkan dengan garis gambar hasil transformasi. Lebar garis gambar yang dipergunakan pada gambar hasil transformasi sebesar satu piksel.

Keempat adalah perangkat lunak yang dipergunakan dalam proses perbandingan memiliki kemampuan yang berbeda sehingga hasilnya berbeda pula.

10. PENUTUP

Simpulan

Setelah semua tahap pengembangan dilalui dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Teknologi *Java Open Source* dan XML dapat digunakan sebagai teknologi alternatif untuk penyediaan data geografis.
2. Kemampuan sistem untuk melakukan transformasi antar dokumen menggunakan XSLT *stylesheet* mempermudah proses penyajian data geografis sekaligus membagi penyajian menjadi dua hal berbeda yaitu data spasial dan data non spasial.
3. Kemampuan sistem untuk diakses melalui *web* menggunakan *JavaServer Pages* menjadikannya menjadi sistem yang dapat dijalankan di berbagai lingkungan pengembangan.

Saran

Pengembangan lebih lanjut yang dapat dilakukan antara lain :

1. Proses konversi dan transformasi dapat ditingkatkan menjadi beberapa dokumen sekaligus sehingga tidak hanya per satu dokumen saja yang diproses.
2. Pengubahan dokumen XSLT dan GML dapat dikembangkan menggunakan editor yang mendukung perbedaan tag sehingga tidak ditampilkan sekaligus dalam satu *textarea*.
3. Pemberian fasilitas untuk pengubahan jenis garis, warna, bangunan untuk setiap model fitur geografis seperti poligon, garis, titik dengan berbagai pilihan, sehingga gambar hasil transformasi tidak terlihat monoton.

11. DAFTAR PUSTAKA

1. Apache. 2005, *Apache Jakarta Tomcat*, <http://jakarta.apache.org/tomcat/index.html>, Apache Software Foundation
2. Apache. 2005, *Batik Overview*, <http://xml.apache.org/batik/>, Apache Software Foundation.
3. Apache. 2005, *Xerces2 Java Parser 2.7.1 Release*, <http://xml.apache.org/xerces2-j/>, Apache Software Foundation
4. Cammack, Rex G. *Distibuter Cartography: A Look at Web-Mapping Service and How it Changes the Mapping Process*, Southwest Missouri State University.
5. Cox, Simon; Daisey, Paul; Lake, Ron; Portele, Clemens; Whiteside, Arliss. 2004, *Geography Markup Language (GML) ISO/TC 211/WG 4/PT 19136 OGC GML RWG*. Open GIS Consortium, Inc.
6. Cummns, Fred. 2002, *Enterprise Application Integration*, Wiley & Sons.
7. _____. 2001. *Current Support for SVG Adobe SVG Viewer Version 3.0 (Build 76)*. Adobe Systems Incorporated.
8. Deegree. 2003. *Building Blocks for Spatial Data Infrastructures*. <http://deegree.sourceforge.net/index.html>. Deegree Project Team
9. _____. 2003, *Document Structure-SVG 1.1*. <http://www.w3c.org/TR/SVG11/>.
10. *GIS Concept Overview*, <http://www.esri.com/software/arcgis/concepts/>. ESRI
11. Hunter, Jason; Crawford, William. 1998, *Java Servlet Programming*, O'Reilly & Associates.
12. _____. 2005, *Java Topology Suite*, <http://www.codezoo.com/pub/category/12>, O'Reilly Media Inc.
13. Kay, Michael H. 2005, *SAXON The XSLT and XQuery Processor*, <http://saxon.sourceforge.net/>.
14. Lake, Ron. *Introduction to Geography Markup Language*, Galdos Sistem Inc.
15. Nasution, Beny YV. *Seri Belajar Java: Building Portal Website using Java ServerPages book 1*. Laboratorium Pemrograman Sistem Informasi.
16. Puntodewo, A.; Dewi, S.; Tarigan, J. 2003, CIFOR. viii, 127p: *Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam*, Center for International Forestry Research.
17. Steeb, Willi-Hans. *Programming In Java, HTML, XML and JavaScript*, International School for Scientific Computing.
18. Sun. 2005, *Java Advanced Imaging API*. <http://java.sun.com/products/java-media/jai/forDevelopers/jaifaq.html>, Sun Microsistem Inc.
19. *Web Mapping*, <http://www.dbxgeomatics.com/web-mapping.aspx?Language=EN>, DBx Geomatics Inc.
20. Wiryana, I Made, Ssi.; Wicaksana, I Wayan S.Ssi, M.Eng. 2002, *Membangun server dengan Open Source*.