



KAJIAN DAN IMPLEMENTASI GEOPORTAL SISTEM PEMANTAUAN BUMI NASIONAL PUSAT PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH - LAPAN

Sarno

Perekayasa Madya, Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN, Jl. Kalisari No.08, Pekayon-Pasar Rebo, Jakarta 13710,
E-mail: onitsar@gmail.com atau onitsar@yahoo.com

Abstrak - LAPAN – Pusfatja mencanangkan program pengembangan sistem pemantauan bumi nasional diberi nama SPBN, bertujuan untuk memfasilitasi kegiatan mengintegrasikan hasil penelitian dan pengembangan serta diseminasi ke dalam suatu sistem yang memberikan dukungan interoperabilitas dan berbagi pakai dengan para pemangku kepentingan, sehingga mudah menemukan, mengevaluasi, menggabungkan dan menggunakan ulang informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh yang ada.

Geospatial Web Portal, disingkat GeoPortal merupakan salah satu pintu gerbang SPBN bagi pengguna untuk masuk mencari dan mengakses informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh yang dibutuhkannya. Pengembangan GeoPortal untuk sarana penyelenggaraan layanan berbagi pakai informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh dalam bentuk *Geospatial Web Services* sangat berpengaruh terhadap efisiensi dan efektifitas dalam menentukan metode, pengambilan keputusan dan langkah-langkah strategis spasial - temporal dalam mendukung berbagai pemangku kepentingan sektor-sektor pembangunan nasional.

Makalah ini menjelaskan upaya melakukan kajian dan implementasi GeoPortal Sistem Pemantauan Bumi Nasional menggunakan *Free and Open Source Software for Geospatial* berbasis *Geospatial Web Service*.

Kata Kunci: Geoportal, Web Services, Informasi Spasial, Pemantauan Bumi

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi spasial (TIK-Spasial), menumbuhkan kesadaran akan pentingnya penerapan dalam memfasilitasi kegiatan layanan interoperabilitas dan berbagi pakai informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh untuk mendukung pengelolaan sumberdaya alam, pemantauan lingkungan dan perubahannya serta mitigasi kebencanaan menggunakan *Free and Open Source Software for Geospatial* (FOSS4G) berbasis *Geospatial Web Service*.

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) – Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh (Pusfatja) menerepkan TIK-Spasial dalam menyelenggarakan misi program pengembangan sistem pemantauan bumi (*earth observation system*) nasional yang diberi nama SPBN. Program ini dilaksanakan berkaitan dengan solusi permasalahan-permasalahan mendasar tantangan ruang kebumian Bangsa Indonesia yang membutuhkan informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh untuk mendukung pengelolaan sumberdaya alam, pemantauan lingkungan dan perubahannya serta mitigasi kebencanaan secara periodik dan akurat.

Metode pengembangan SPBN menggunakan pendekatan Infrastruktur Informasi Spasial (*Spatial Information Infrastructure*; SII) atau Infrastruktur Data Spasial (*Spatial Data Infrastructure*; SDI). Pendekatan tersebut membentuk lingkungan yang memungkinkan adanya jaminan interoperabilitas, mengakses dan mendapatkan kembali (retrieve) informasi geospasial pemanfaatan penginderaan jauh dengan cara yang mudah dan intuitif oleh berbagai pemangku kepentingan sektor-sektor pembangunan nasional.

PERUMUSAN MASALAH

Perkembangan perubahan yang terjadi saat ini menuntut terbentuknya pemerintahan yang bersih, transparan, dan mampu menjawab tuntutan perubahan secara efektif di mana masyarakat menuntut pelayanan publik yang memenuhi kepentingan masyarakat luas di seluruh wilayah Negara Republik Indonesia, dapat diandalkan dan terpercaya, serta mudah dijangkau secara on line dan interaktif.

LAPAN – Pusfatja mencanangkan program pengembangan sistem pemantauan bumi nasional diberi nama SPBN, bertujuan untuk memfasilitasi kegiatan mengintegrasikan hasil penelitian dan pengembangan serta diseminasi ke dalam suatu sistem yang memberikan dukungan interoperabilitas dan berbagi pakai dengan para pemangku kepentingan, sehingga mudah menemukan, mengevaluasi, menggabungkan dan menggunakan ulang informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh yang ada.

Salah satu pintu gerbang SPBN LAPAN – Pusfatja bagi berbagai pemangku kepentingan sektor-sektor pembangunan nasional untuk masuk mencari dan mengakses informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh yang dibutuhkannya adalah *Geospatial Web Portal*, disingkat GeoPortal. Pengembangan GeoPortal untuk sarana penyelenggaraan layanan berbagi pakai informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh dalam bentuk *Geospatial Web Services* (Rautenbach, 2013) sangat berpengaruh terhadap efisiensi dan efektifitas dalam menentukan metode, pengambilan keputusan dan langkah-langkah strategis spasial – temporal dalam mendukung berbagai pemangku kepentingan sektor-sektor pembangunan nasional.

Makalah ini menjelaskan upaya melakukan kajian dan implementasi GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja menggunakan *Free and Open Source Software for Geospatial* (FOSS4G) berbasis Geospatial Web Service. Perangkat lunak PostgreSQL/PostGIS (Obe, 2011; PostGIS, 2013) dan GeoServer (GeoServer, 2013; Iacovella, 2012) disusun, disesuaikan dan diintegrasikan sebagai spatial database management system (Spatial – DBMS) dan *Geospatial Web Services Server*. Teknologi Front-End GeoPortal digunakan untuk masuk ke SPBN LAPAN – Pusfatja dan melakukan pencarian, mengakses, menyajikan dan memvisualisasikan informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh untuk mendukung pengelolaan sumberdaya alam, pemantauan lingkungan dan perubahannya serta mitigasi kebencanaan.

TUJUAN DAN SASARAN

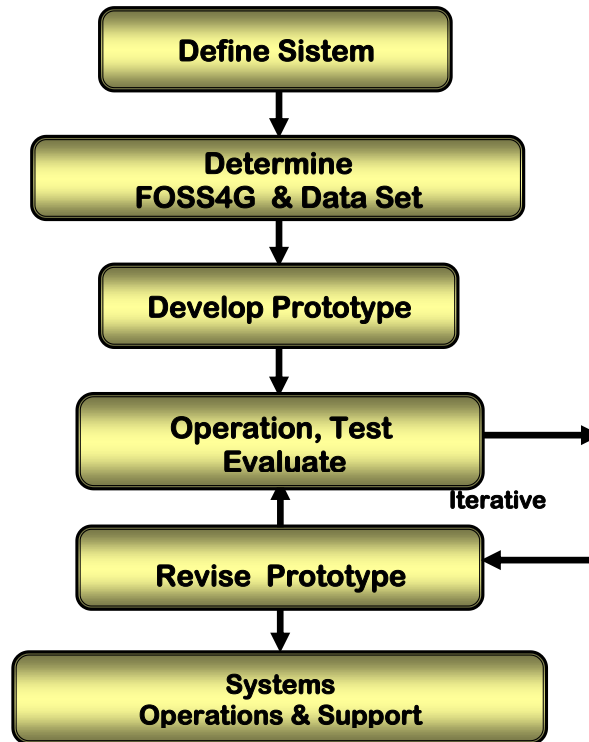
Kegiatan ini bertujuan mengembangkan GeoPortal, suatu fasilitas pintu gerbang SPBN LAPAN – Pusfatja untuk masuk, mencari, mengakses, menyajikan dan memvisualisasikan informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh bagi berbagai pemangku kepentingan sektor-sektor pembangunan nasional.

Sasaran utama pelaksanaan kegiatan kajian dan implementasi GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja adalah:

- a) Teridentifikasinya FOSS4G untuk pengembangan GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja berbasis *Geospatial Web Service*.
- b) Tersedianya peta jalan dan proses bisnis serta desain GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja.
- c) Tersusun, tersesuaikan dan terintegrasikannya perangkat lunak PostgreSQL/PostGIS dan GeoServer sebagai Spatial – DBMS dan Geospatial Web Services Server.
- d) Tersusun dan tersesuaiannya perangkat lunak GET (Geospatial Enabling Technologies) SDI Portal menjadi GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja.
- e) Terintegrasinya FOSS4G Spatial – DBMS dan Geospatial Web Services dengan GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja.
- f) Tersedianya Model pengembangan dan Prototipe GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja berbasis FOSS4G dan *Geospatial Web Service*.
- g) Terintegrasi dan terpublikasinya informasi hasil penelitian dan pengembangan pemanfaatan data penginderaan jauh ke berbagai pemangku kepentingan sektor-sektor pembangunan nasional baik kementerian/lembaga, pemerintah pusat dan daerah maupun swasta dan dunia usaha (*public private partnership*) melalui GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja.

METODE

Kajian dan implementasi GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja menggunakan '*Prototyping Development Methodology with Open Source Software*' (Brian, 2013), seperti pada Gambar 1. Kajian dan implementasi dititikberatkan pada penyusunan, penyesuaian dan pengintegrasian multi aplikasi FOSS4G melalui proses eksplorasi teknologi sumber terbuka yang sudah ada untuk mengidentifikasi komponen-komponen dan hubungannya serta mengembangkan representasi sistem dalam bentuk baru atau pada tingkat abstraksi yang lebih tinggi.



Gambar 1. Prototyping Development Metodology with Open Source Software

Tahapan dalam 'Prototyping Development Metodology with Open Source Software', adalah:

- a) Mendefinisikan Sistem
- b) Melaksanakan kajian dan implementasi GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja.
- c) Menentukan FOSS4G dan Set Data
- d) Mengidentifikasi FOSS4G untuk pengembangan GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja berbasis *Geospatial Web Servicedan* hanya mempertimbangkan FOSS4G OGC (*Open Geospatial Consortium*) compliant. Set data atau informasi yang digunakan adalah informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh untuk mendukung pengelolaan sumberdaya alam, pemantauan lingkungan dan perubahannya serta mitigasi bencana.
- e) Membangun Prototipe
- f) Melaksanakan kajian dan implementasi GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja yang telah didefinisikan dengan melakukan pencarian FOSS4G, mengunduh dan mengarsipkan ke CD/DVD. Dilanjutkan dengan penyusunan, penyesuaian dan pengintegrasian komponen FOSS4G. Melakukan konversi, transformasi dan integrasi set data dan informasi ke dalam prototipe.
- g) Uji dan Evaluasi
- h) Uji dan evaluasi prototipe untuk memastikan semua fungsionalitas tersedia dan berjalan dengan benar.
- i) Operasi dan Dukungan Sistem
- j) Setelah uji dan evaluasi dilakukan, sistem akan memasuki tahap operasi dan dukungan. Operasi sistem adalah fungsi berkelanjutan yang dioperasikan sistem. Selama beroperasi sistem perlu dukungan berupa servis, pemeliharaan atau peningkatan fungsionalitas.

KAJIAN DAN IMPLEMENTASI

PETA JALAN DAN PROSES BISNIS

Peta jalan dan proses bisnis SPBN LAPAN–Pusfatja ditunjukkan seperti pada Gambar 2. Komponen utama SPBN adalah SIMBA (Sistem Informasi Mitigasi Bencana), SISDAL (Sistem Informasi Sumber Daya Alam dan Lingkungan) dan Geospatial Web Portal, disingkat GeoPortal, elemen kunci dari Infrastruktur Informasi Spasial dan memiliki peran penting menyediakan akses ke informasi spasial dan layanan web terkait untuk menemukan, menampilkan, mengedit, dan analisis. Fokus GeoPortal adalah interoperabilitas melalui penerapan standar untuk

penemuan dan penggunaan informasi dan layanan. Geoportal merupakan jenis portal web yang digunakan untuk penggunaan efektif sistem informasi spasial melalui internet.



Gambar 2. Peta Jalan dan Proses Bisnis SPBN LAPAN – Pusfatja

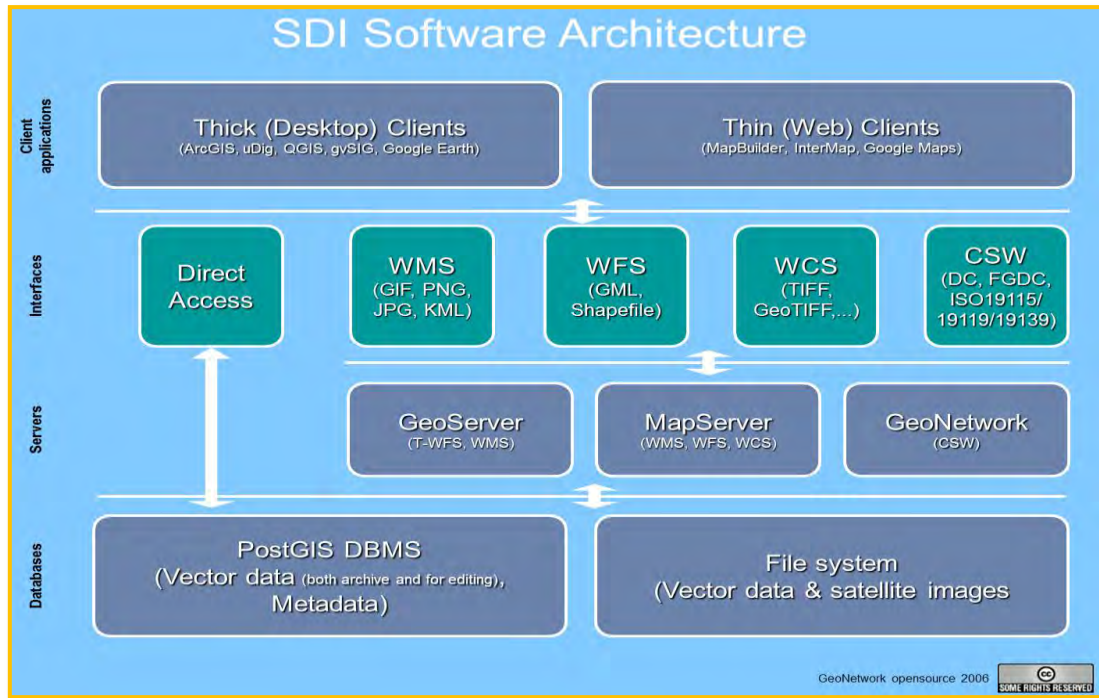
SPBN LAPAN – Pusfatja menerima masukan informasi baru hasil penelitian, pengembangan dan perekayasaan pemanfaatan penginderaan jauh dari Bidang Lingkungan dan Mitigasi Bencana (LMB), Sumber Daya Wilayah Darat (SDWD), Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Laut (SDWPL) melalui sistem data dan informasi, pengolahan, pemodelan dan difusi.

Informasi baru tersebut oleh bidang Produksi Informasi (PROINFO) dipersiapkan untuk diintegrasikan dan ditransformasikan melalui SISDAL menjadi informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh untuk mendukung pengelolaan sumber daya alam dan pemantauan lingkungan dan melalui SIMBA menjadi informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh untuk mitigasi kebencanaan.

Hasil transformasi informasi disajikan sebagai layanan Pemetaan Web atau Geospasial Web Services, berupa Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS), Web Coverage Service (WCS) yang dapat diakses oleh pengguna melalui GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja.

DESAIN KONSEPTUAL

Kajian dan implementasi GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja menggunakan pendekatan *Spatial Information Infrastructure* dengan mengikuti konseptual 3-Tiers Architecture, kompatibel dengan usulan GeoFOSS (*Geospatial Free and Open Source Software*) SDI (*Spatial Data Infrastructure*) ditunjukkan seperti pada Gambar 3. (Ticheler, 2007).



| | |
|---|---|
| <p>Services legend:</p> <ul style="list-style-type: none"> WMS - Web Map Service WFS - Web Feature Service T-WFS - Transactional WFS WCS - Web Coverage Service CSW - Catalog Services for the Web <p>Others not included but available/ candidates:</p> <ul style="list-style-type: none"> WMC - Web Map Context SLD - Style Layer Descriptor WLS - Web Location Service WTS - Web Terrain Service <p>Interfaces legend:</p> <p>Graphic formats/standards:</p> <ul style="list-style-type: none"> GIF - Graphics Interchange Format PNG - Portable Network Graphics JPEG - Joint Photographic Experts Group TIFF - Tagged Image File Format GeoTIFF - Geo-referenced TIFF <p>Vector/XML formats/standards:</p> <ul style="list-style-type: none"> KML - Keyhole Markup Language (Google) GML - Geographic Markup Language (OGC) Shapefile - ESRI vector format DC - Dublin Core (metadata) ISO19115/19139/19119 - ISO metadata standards for geographic information FGDC - Federal Geographic Data Committee | <p>Applications legend:</p> <p>Desktop:</p> <ul style="list-style-type: none"> ArcGIS Desktop - GIS Desktop software (includes ArcView/ArcEditor/ArcINFO) (COTS*, Windows, http://www.esri.com) uDig - User-friendly Desktop Internet GIS (FOSS**, Multi-platform, http://udig.refractory.net) QGIS - Quantum GIS (FOSS, multi-platform, http://qgis.org/) gvSIG - Generalitat Valenciana SIG (FOSS, multi-platform, http://www.gvsig.gva.es/) Google Earth - Interactive Map & Image Viewer (COTS, free version, Windows & Mac OSX, http://earth.google.com) <p>Web:</p> <ul style="list-style-type: none"> MapBuilder - Toolkit to develop Interactive Map Applications for the web (FOSS, web based, http://mapbuilder.sourceforge.net) InterMap - Generic WMS viewer to access distributed servers on the fly (FOSS, web based, http://sourceforge.net/projects/intermap) Google Map - Toolkit to develop Interactive Map Applications using Google's data & KML (COTS, free with Google add's, web based, http://maps.google.com) <p>Server:</p> <ul style="list-style-type: none"> GeoServer - An OGC standards based Web Map Server, providing interactive access to geographic data (FOSS, multi-platform, http://docs.codehaus.org/display/GEOS/Home) MapServer - A Web Map Server, providing interactive access to geographic data (FOSS, multi-platform, http://mapserver.gis.umn.edu/) GeoNetwork - Geographic Metadata Catalog system for the web and desktop (FOSS, multi-platform, http://geonetwork.sourceforge.net) PostGIS - PostGIS adds support for geographic objects to PostgreSQL (FOSS, http://postgis.refractory.net/) <p> Software applications Interfaces/ communication protocols </p> <p>*COTS - Commercial Off The Shelf **FOSS - Free and Open Source Software</p> |
|---|---|

Gambar 3. Konseptual 3-Tiers Architecture

Pada lapisan paling bawah: disusun, disesuaikan dan diintegrasikan tempat penyimpanan (storage) berupa server basis data informasi pemanfaatan penginderaan jauh dan sistem file dalam rangka mencapai manajemen data yang lebih efisien.

- Perangkat lunak PostgreSQL/PostGis (Obe, Regina O., 2011; PostGis, 2013) digunakan sebagai geospatial Database Management System (DBMS) Server disusun dan disesuaikan untuk manajemen basis data informasi Geofatja.
- Sistem tata kelola file atau berkas raster citra satelit penginderaan jauh dalam format GeoTiff.
- Pada lapisan tengah (middleware): disusun, disesuaikan dan diintegrasikan semua layanan yang membantu aksesibilitas ke repositori informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh. Infrastruktur

Informasi Spasial memiliki 3 (Tiga) server utama, yaitu: Map Server; Web Service Server; dan Catalog Server.

- Implementasi pengembangan infrastruktur informasi SPBN Pusfatja baru sampai pada 2 (Dua) server pertama:
- Perangkat lunak UMN MapServer (MapServer, 2013; Bill K, 2005) digunakan sebagai web map server, disusun dan disesuaikan untuk mempublikasikan informasi geospasial pemanfaatan penginderaan jauh dan sebagai server pemetaan yang menyediakan fungsi-fungsi operasi sistem pemetaan web.
- Perangkat lunak GeoServer (Geoserver, 2013) untuk Geospatial Web Services OGC compliant WMS dan WFS Server.
- Kedua server menyebarluaskan (melayani) muatan informasi pemanfaatan penginderaan jauh ke web, berdasarkan pada antarmuka standar (misalnya, WMS, WFS, WCS, ISO 19115/139) untuk memfasilitasi akses dan penggunaan informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh online. Lapisan tengah juga menyediakan Layanan Akses langsung ke Basis Data informasi pemanfaatan penginderaan jauh dengan query tingkat lanjut dan analisis muatan informasi.
- Pada lapisan atas (client) berada pengguna dan aplikasi. Akses ke muatan informasi pemanfaatan penginderaan jauh dimungkinkan baik melalui Desktop maupun Web client. Desktop client dapat berupa paket perangkat lunak dengan kemampuan geovisualisasi dan fungsi Desktop GIS, seperti paket perangkat lunak GIS (ArcGIS dan Quantum GIS) atau Map Viewer (Google Earth).
- Desktop client berupa paket perangkat lunak dengan kemampuan geovisualisasi dan fungsi Desktop GIS, seperti paket perangkat lunak GIS (ArcGIS dan Quantum GIS) atau Map Viewer (Google Earth). Perangkat lunak Google Earth (<http://earth.google.com/>) untuk aplikasi Geospatial Web Services Viewer/Client.
- Web client berupa Aplikasi berbasis web yang diakses menggunakan Web Broser seperti Mozilla Firefox atau Google Chrome. Perangkat lunak GET SDI Portaldisusun, disesuaikan dan diintegrasikan menjadi GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja.

STATE OF THE ART

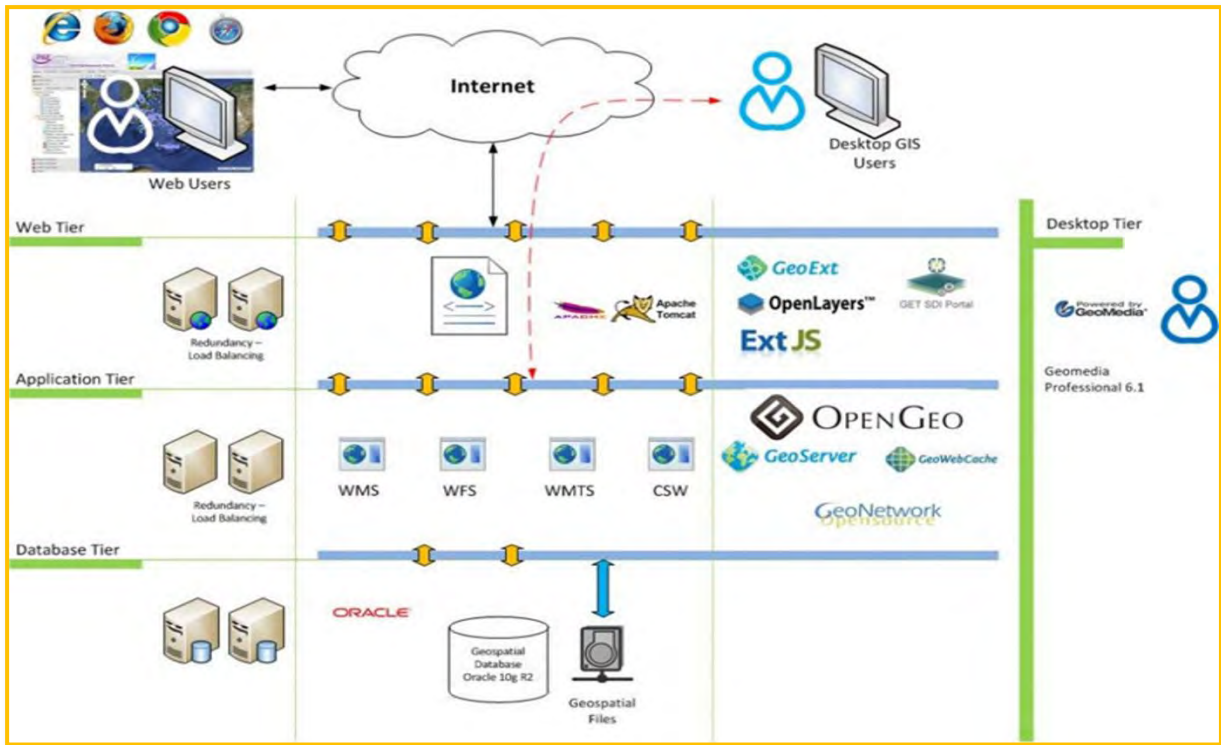
Kajian dan implementasi GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja menggunakan FOSS4G berbasis *Geospatial Web Service*. Perangkat lunak PostgreSQL/PostGIS, GeoServer dan GET SDI Portaldisusun, disesuaikan dan diintegrasikan sebagai Spasial – DBMS, *Geospatial Web Services Server* dan menjadi GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja.

Arsitektur GET SDI Portal ditunjukkan seperti pada Gambar 4 (GET, 2014). GET SDI Portal merupakan aplikasi pemetaan web yang menyediakan platform komprehensif untuk menampilkan, men-download, menganalisis, query, editing dan styling data geospasial yang berasal dari berbagai sumber. Platform tersebut solusi sederhana dan siap di-setup untuk setiap organisasi yang ingin menyebarkan Geoportal berbasis pada Standar ISO/OGC.

GET SDI Portal telah dikembangkan untuk memenuhi *Infrastructure for Spatial Information for Europe (INSPIRE) Directive (2007/2/EC)* dan kebutuhan organisasi yang bersedia untuk berbagi sumberdaya geospasial. Arsitektur modularnya memungkinkan menerapkan *widget* untuk realisasi fungsi tertentu, terintegrasi dengan lancar (*smoothly*) dalam aplikasi web yang dapat dikonfigurasi dan mudah digunakan.

GET SDI Portalditulis dalam PHP dan berbasis pada *open source tools* seperti OpenLayers, ExtJS, GeoExt dan Proj4j, mempunyai karakteristik (a) Free and Open Source, (b) ISO/OGC compliant, (c) ‘Ready to Deploy’, (d) Configurable dan (e) Modular.

GET SDI Portal mempunyai fitur: (a) Data Visualization, (b) Data Query/Selection and Download based on WFS, (c) Data editing, (d) Metadata Catalogue Search, (e) Layer Management and Information, (f) Advanced CRS handling, (g) ISO/OGC Services’ management (h) Navigation and Measurement tools, (i) Built-in tools for graphical styling dan Google Earth view.



Gambar 4. Arsitektur GET SDI Portal



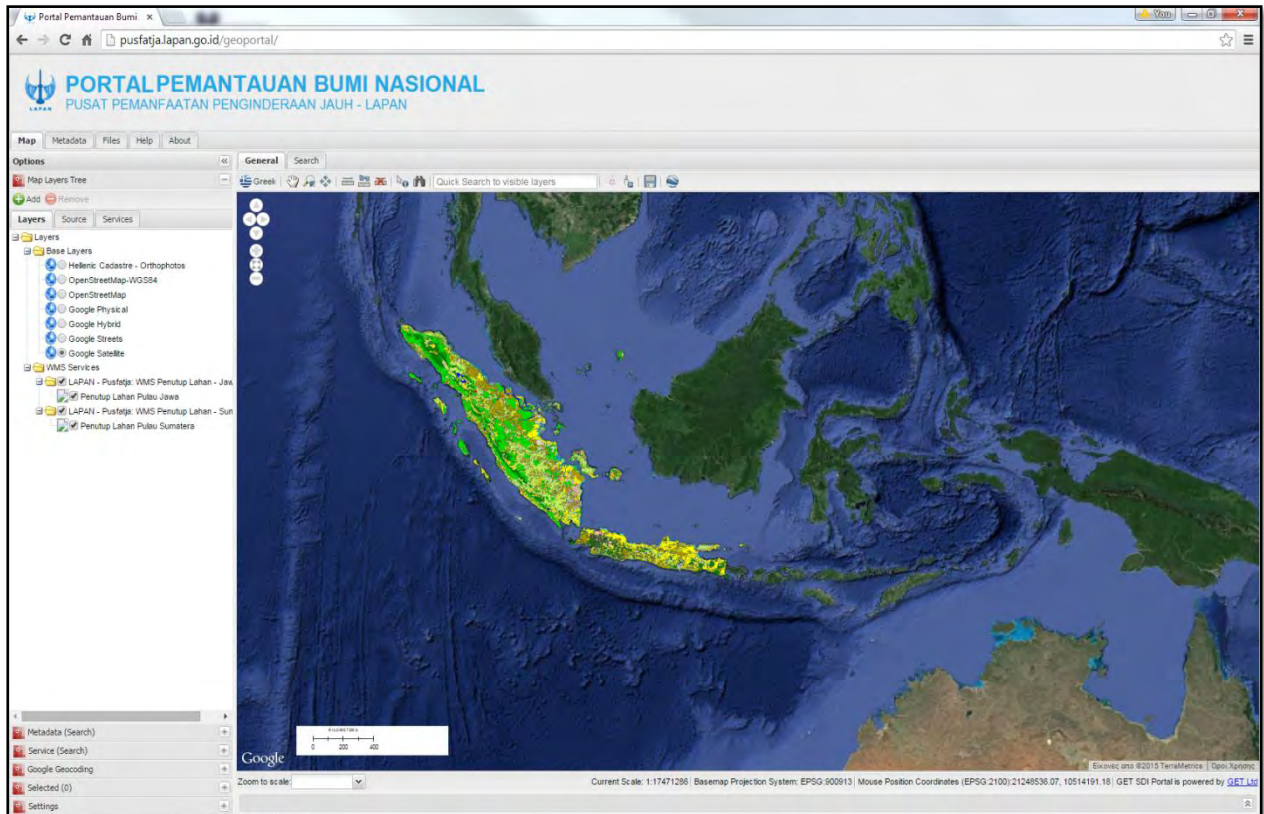
Gambar 5. RAE SDI Portal

Contoh kasus - RAE adalah otoritas administratif independen di Yunani, yang didirikan pada bulan Juli 2000, dengan kompetensi yang berkaitan langsung dengan pasar energi Yunani. Di antara tugasnya adalah pemantauan operasi dari semua sektor pasar energi, pengumpulan dan pengolahan informasi dari perusahaan di sektor energi, pelaporan dan penasihat. RAE ingin menjadi sebagai penggagasan pemilik data geospasial, terkait dengan sumberdaya energi terbarukan, RAE memutuskan untuk mematuhi kerangka peraturan informasi geospasial dan mengupgrade sistem yang ada dengan pengembangan dan integrasi Infrastruktur data Spasial (Gambar 5).

IMPLEMENTASI

Implementasi tahap awal GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja, ditunjukkan seperti pada Gambar 6. Perangkat lunak PostgreSQL/PostGIS, GeoServer dan GET SDI Portal disusun, disesuaikan dan diintegrasikan sebagai Spasial – DBMS, *Geospatial Web Services Server* dan menjadi GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja.

Informasi yang digunakan adalah informasi spasial pemanfaatan penginderaan jauh berupa informasi spasial tematik penutup lahan untuk wilayah pulau Jawa dan pulau Sumatera.



Gambar 6. Halaman Utama Situs Web Pusfatja – LAPAN

Informasi spasial tematik penutup lahan tersebut dikonversi dari shp file menjadi basis data PostGis, ditransformasikan menjadi *Geospatial Web Services* melalui 2 (dua) *Server* yaitu <http://plservice.lapan.go.id> dan <http://webservice.lapan.go.id> kemudian diintegrasikan ke dalam prototipe GeoPortal SPBN LAPAN – Pusfatja.

DISKUSI DAN RENCANA TINDAK LANJUT

Dalam Makalah ini, telah disajikan peta jalan dan proses bisnis GeoPortal Sistem Pemantauan Bumi Nasional. Informasi baru hasil penelitian, pengembangan dan perekayasaan pemanfaatan penginderaan jauh disajikan sebagai layanan *Geospatial Web Services*, berupa WMS, WFS, WCS.

Dalam Makalah juga telah disajikan konsep GeoPortal sebagai elemen kunci dari SII dan kajian TIK–Spasial untuk mengimplementasikannya menggunakan FOSS4G berbasis *Geospatial Web Service*, *State of the Art* penerapan GET SDI Portal serta implementasi tahap awal.

Rencana tindak lanjut kegiatan ini adalah penerapan GET SDI Portal untuk membangun GeoPortal Sistem Pemantauan Bumi Nasional yang kompleks dan lengkap..

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih sebesar-besarnya disampaikan kepada: Segenap Pimpinan Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh - LAPAN atas dukungan teknis dan kerja sama team; dan para kolega lainnya atas kebersamaan dalam pelaksanaan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bill K., *Beginning Mapserver: Open Source GIS Development*, USA., Appres, 2005

Brian, N.H., "Open source software, web services, and internet-based geographic information system development", Research Fellow, Claremont Information and Technology Institute, School of Information Science, Claremont Graduate University, 130 East Ninth Street, Claremont, CA 91711. Dapat diakses pada <http://www.cartogis.org/docs/proceedings/2005/hilton.pdf>, (Agustus 2013).

GET., SDI GeoPortal., https://joinup.ec.europa.eu/software/get_sdi_portal/, 2014.

MapServer, *Documentation*, <http://www.mapserver.org/MapServer.pdf>, 2013.

Geoserver, *Geoserver Documentation*, <http://docs.geoserver.org/>, [Agustus 2013].

Iacovella, Stefano., Youngblood, Brian., *Geoserver Beginner's Guides*. Packt Publisher, 2012.

Obe, Regina O., et. al., *PostGIS in Action*, (USA: Manning, 2011).

PostGIS, *PostGIS 1.5 Manual*. <http://postgis.net/docs/manual-1.5/>, [Agustus 2013].

Rautenbach, Victoria-Justine., *Orchestrating standard web services to produce thematic maps in a geoportal of a spatial data infrastructure*, 2013.

Ticheler, J., <http://geonetwork-opensource.org/download/SDI-Architecture.ppt>, 2007.