

Integrasi Perangkat Lunak Arcgis 9.3, Xampp, Mapserver for Window dan Geoserver dalam Rangka Penyusunan Peta Geologi Pulau Bangka Digital Berbasis Web

(Integration ArcGIS 9.3, Xampp, Mapserver for Window and GeoServer in the preparation Digital Geological Map of Bangka Island on Web-Based)

Franto¹ Alim Bahri²

¹Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung

²Staf Teknologi Informasi Universitas Bangka Belitung

Abstract

Geographic Information System is an information system that is used to enter, store, recall, process, analyze and output geographically referenced data or geospatial. By using GIS will be easier for decision makers to analyze the data. In this paper, the author makes the design of GIS localhost for the manufacture of Geographical Information Systems Geology Bangka Island using ArcGIS 9.3, Xampp, Mapserver and GeoServer. Utilization of several applications open source simple and applicable in the form of web server used is Xampp, the database server is used MySQL and management applications MySQL used PhpMyAdmin resulting Web SIG on geological aps digital Bangka Island and their attributes that can be used as information about the initial data for analysis advanced.

Keywords: SIG, Xampp, Mapserver, GeoServer.

1. Pendahuluan

Mahalnya biaya eksplorasi dan perolehan data di laboratorium mengakibatkan terbatasnya analisis data yang dapat dilakukan, mengakibatkan hasil penelitian/riset tidak maksimal dan yang lebih parahnya lagi berdampak pada hasil eksploitasi yang mengalami kesalahan. Karena itu alat bantu analisis berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) mutlak diperlukan untuk dapat membantu meminimalisir kesalahan terutama didalam penentuan area kajian.

Oleh karena itulah, Penulis mencoba membuat aplikasi Sistem Informasi Geografis dengan memadukan berbagai perangkat lunak yang saat ini cukup populer sebagai SIG berbasis *web* yang bertujuan untuk mengelola data spasial, berupa wilayah Geografis dengan memadukan berbagai perangkat lunak yang saat ini cukup populer sebagai SIG berbasis *web* yang bertujuan

untuk mengelola data spasial, berupa wilayah, dan data non-spasial berupa informasi yang berhubungan dengan data geologi, Penggunaan aplikasi SIG *Web-Based* inilah yang dapat membantu banyak pihak berkepentingan.

Lokasi Penelitian

Pulau Bangka merupakan bagian dari Propinsi Kepulauan Bangka Belitung yang dibentuk berdasarkan UU No.27 Tahun 2000, Adapun luas Pulau Bangka 11.693.54 km² yang terletak di sebelah pesisir timur Sumatera Selatan, berbatasan dengan Laut China Selatan di sebelah utara, Pulau Belitung di timur dan Laut Jawa di sebelah selatan yaitu 01°20' - 03°07' LS dan 105° - 107° BT memanjang dari barat laut ke tenggara sepanjang ±180 km.

Tinjauan Pustaka

Sistem Informasi Geografi (SIG)

Sistem Informasi Geografi adalah hasil kerja perangkat komputer, perangkat lunak, data geografi dan proses disain dengan tujuan untuk mempermudah pekerjaan-

* Korespondensi Penulis: (Franto) Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung, Kawasan Kampus Terpadu UBB, Merawang, Bangka.
E-mail: franto@yahoo.com
HP. 08127376439

pekerjaan menyimpan, menganalisis, merubah dan menampilkan seluruh bentuk informasi tentang geografi, Pengertian ini kurang lebih sama dengan definisi yang diberikan oleh Aronoff (1989) dalam Anonim (1999), dimana Sistem Informasi Geografi yaitu sistem berbasis komputer yang di disain untuk menyimpan, menganalisis, memanipulasi dan menampilkan informasi geografis. Menurut Projo (2012) Sistem Informasi Geografis (SIG) menawarkan banyak manfaat bagi sistem pengolah citra, tidak hanya dalam tampilan kartografis ataupun dalam memanfaatkan keluaran produk pengolah citra sebagai masukan dalam proses analisis spasial lebih lanjut, melainkan juga dalam membantu meningkatkan kinerja proses klasifikasi.

Dilihat dari fungsinya, SIG mempunyai kemampuan sebagai berikut:

- a). Memasukkan (*input*) data untuk merubah format data-data grafis menjadi data digital dalam suatu format yang digunakan oleh SIG;
- b). Mengelola (*management*) data, yaitu dapat menyimpan data yang sudah dimasukkan dan kemudian mengambil data tersebut pada saat yang diperlukan;
- c). Memanipulasi dan analisis data yang ada sehingga dari SIG ini dapat diperoleh informasi lebih mendalam dan lengkap;
- d). Mengeluarkan (*output*) data, sehingga dari SIG dapat diperoleh informasi yang merupakan hasil olahan dalam SIG tersebut (Winaryo dan Suryono, 1994).

Sumber Data SIG

Menurut Paryono (1994), SIG memerlukan data masukan agar berfungsi dan memberikan informasi hasil analisisnya. Data masukan tersebut dapat diperoleh dari tiga sumber, yaitu; (a) lapangan, (b) peta dan (c) citra penginderaan jauh.

- a) Data lapangan, data ini diperoleh langsung dari pengukuran lapangan secara langsung, seperti misalnya pH tanah, salinitas air, curah hujan, jenis tanah dan sebagainya;
- b) Data peta, Informasi yang lebih terekam pada peta kertas atau film, dikonversikan ke dalam bentuk digital. Misalnya, peta geologi, peta tanah dan sebagainya. Apabila data sudah terekam dalam bentuk peta, tidak lagi diperlukan data

lapangan, kecuali untuk mengecek kebenarannya;

- c) Data citra penginderaan jauh, citra penginderaan jauh yang berupa foto udara atau radar dapat diinterpretasi terlebih dahulu sebelum dikonversi ke dalam bentuk digital. Sementara itu, citra yang diperoleh dari satelit yang sudah dalam bentuk digital dapat langsung digunakan setelah diadakan koreksi seperlunya.

Unsur-Unsur Penting SIG

SIG dirancang untuk memanfaatkan informasi berdasarkan keruangan (spasial) pada lokasi-lokasi tertentu. Menurut Knapp yang dikutip Star dan Estes (1990), sedikitnya ada lima buah unsur penting yang terdapat dalam Sistem Informasi Geografi. Untuk berbagai aplikasi dalam SIG, unsur-unsur tersebut amatlah penting sebagai suatu proses yang dijalankan secara sistematis dan berurutan. Unsur-unsur pokok tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Pengambilan atau Perolehan Data (*Data Acquisition*)

Perolehan data adalah rangkaian beberapa pekerjaan identifikasi dan pengumpulan data yang diperlukan dalam pekerjaan SIG.

- b) Persiapan Proses (*Preprocessing*)

Tahapan ini termasuk memanipulasi data untuk dimasukkan ke dalam SIG, yang dapat dilakukan dengan berbagai cara. Dua tugas penting yang harus diperhatikan dalam persiapan proses ini adalah; pertama, perubahan bentuk data secara sistematis. Tugas kedua dalam persiapan proses adalah menentukan sistem yang baku untuk melakukan penyimpanan dan spesifikasi lokasi obyek dalam data.

- c) Pengolahan Data (*Data Management*)

Pengolahan data memungkinkan untuk memasukkan data, memperbaharui, pembuatan deliniasi serta mendapatkannya kembali.

Untuk memulai aplikasi SIG biasanya ada tiga tahap dasar, yaitu:

1. Membangun *Database*

Tahap ini merupakan yang sangat penting dan sering merupakan bagian yang membutuhkan banyak waktu. Kelengkapan dan keakuratan *database*

menentukan kualitas analisis dan produk akhir. Tahapan yang dilaksanakan dalam pengembangan *database* adalah (1) menentukan batas studi, sistem koordinat, *Layer* data yang diperlukan, atribut yang diperlukan dan bagaimana atribut dikodekan dan diorganisasi; (2) mengotomasi data yang meliputi memasukkan data spasial ke dalam *database*, menjadikan data spasial dapat digunakan dan memasukkan data atribut ke dalam *database*; (3) mengelola *database* dengan menempatkan data spasial ke dalam koordinat bumi yang sebenarnya, menggabungkan *coverage* yang bersebelahan dan memelihara *database*.

2. Menganalisis Data

Tahap ini merupakan tahap dimana keistimewaan yang sebenarnya dari Sistem Informasi Geografi ditunjukkan. Pekerjaan analitik yang sangat membutuhkan waktu atau hampir tidak mungkin dikerjakan secara manual, dapat dilaksanakan secara sangat efisien dengan menggunakan SIG.

3. Menyajikan Hasil Analisis

SIG menawarkan banyak pilihan untuk membuat peta dan laporan.

Web Server

Web Server adalah suatu *server* yang memberikan pelayanan kepada klien yang meminta informasi berkaitan dengan *web*. *Web server* sendiri terdiri dari dua komponen yang pertama adalah komputer itu sendiri dan *software web server* yang dipakainya, salahsatu *software web server* yang digunakan adalah *Xampp* yang merupakan perangkat lunak bebas yang mendukung banyak sistem operasi merupakan kompilasi dari beberapa program, fungsinya sebagai *server* yang berdiri sendiri (*localhost*) yang terdiri atas program *Apache HTTP server*, *MySQL database* dan penerjemah bahasa yang ditulis dengan bahasa pemrograman *PHP* dan *Perl*.

MySQL Dan PHPMYADMIN

MySQL merupakan salahsatu jenis *database server* yang sangat populer serta tersedia dalam beberapa *platform* diantaranya adalah untuk versi *windows* dan *linux*, sedangkan untuk manajemen *MySQL*

digunakan aplikasi *open source* yaitu *Phpmyadmin* karena lebih mudah dalam mengoperasikannya serta tanpa perlu mengetikkan perintah *SQL* secara manual.

GeoServer

GeoServer merupakan perangkat lunak *server open source* berbasis *java* yang memperbolehkan pengguna melihat dan mengubah data geospasial *GeoServer* bersifat lintas sistem operasi (*interoperable*), dapat mempublikasikan data spasial dengan menggunakan standar terbuka.

Secara sederhana, *GeoServer* berperan sebagai sebuah *gateway* kepada kumpulan data geospasial dalam bentuk berkas, basis data dan atau layanan lainnya. Beberapa data ini diterjemahkan ke dalam protokol *web service* sesuai standar OGC (*Open Geospatial Consortium*). Beberapa *web service* yang didukung oleh *GeoServer* adalah *Web Fature Service (WFS)*, *Web Map Service (WMS)*, *Web Coverage Service (WCS)* dan lain-lain.

Sumber Data

GeoServer dapat membaca beragam format data, dari berkas di dalam media penyimpanan data hingga basis data dari luar sistem. Berikut ini merupakan berkas dan sumber data yang didukung oleh *GeoServer*.

❖ Data Vektor

- *Shapefile*, *Java Properties*, *GML*, *VPF*, *Pregeneralized Features*

❖ Data Raster

- *GeoTIFF*, *GTO030*, *Worldimage*, *ImageMosaic*, *ArcGrid*, *GDAL Image Formats*, *Oracle Georaster*, *PostSIG Raster*, *ImagePyramid*, *Image Mosaic JDBC*

❖ Basisdata

- *PostSIG*, *H2*, *ArcSDE*, *DB2*, *MySQL*, *Oracle*, *Microsoft SQL Server*, *Teradata*, *JNDI*

Komponen GeoServer

GeoServer memiliki beberapa komponen utama, yaitu *Workspace*, *store* dan *Layer*.

❖ Workspace

Workspace adalah sebuah istilah yang digunakan untuk menggambarkan tempat (kontainer) yang digunakan untuk

mengelompokkan *Layer* yang serupa. *Workspace* didesain terpisah, terisolasi antara satu proyek dengan proyek lainnya. Dengan menggunakan *Workspace*, dimungkinkan untuk menggunakan *Layer* dengan nama yang sama (dengan nama *Layer* pada *Workspace*) tanpa adanya konflik data. Nama *Workspace* digunakan sebagai awalan dari *Layer* atau *store*. Sebagai contoh, *Layer* jalan dalam *Workspace airport* akan ditulis seperti *airport.jalan*. *Stores* dan *Layer* harus terhubung dengan *Workspace* tertentu.

❖ *Store*

Store adalah sebuah istilah yang digunakan untuk tempat penyimpanan data geografis. Sebuah *Store* mengacu pada sumber data spesifik, apakah berupa *Shapefile*, basis data atau data lainnya yang didukung oleh *GeoServer*.

- Sebuah *Store* dapat terdiri dari banyak *Layer*, seperti sebuah basis data yang dapat terdiri dari banyak tabel.
- Sebuah *Store* juga dapat terdiri dari satu *Layer* saja, sebagai contoh, apabila berkas yang digunakan adalah GeoTIFF.
- Sebuah *store* harus menyimpan paling tidak satu *Layer*.

GeoServer menyimpan parameter koneksi dalam setiap *Store* (seperti alamat *Shapefile* atau informasi otentifikasi penting untuk terhubung ke basis data). Setiap *Store* terhubung dengan satu (dan hanya satu) *Workspace*.

❖ *Layer*

Sebuah *Layer* adalah himpunan fitur geospasial atau sebuah *coverage*. *Layer* merupakan hasil berupa data vektor atau raster yang akan ditransmisikan melalui *protocol web service*.

- Biasanya sebuah *Layer* terdiri dari satu tipe geometri (titik, garis, poligon, raster),
- Memiliki satu tipe tema (jalan, permukiman, batas administrasi dan sebagainya).

Disamping fitur individual, sebuah *Layer* adalah kelompok terkecil dari data geospasial. Sebuah *Layer* merupakan representasi satu tabel atau view dari satu database, atau dari berkas tertentu. *GeoServer* menyimpan informasi yang terkait dengan sebuah *Layer*, seperti informasi proyeksi, *bounding box*, *style*, dan

lainnya. Setiap *Layer* harus dihubungkan dengan satu (dan hanya satu) *Workspace*.

❖ *Layer Group*

Sebuah *Layer Group*, seperti namanya, adalah grup dari banyak *Layer*. Sebuah *Layer Group* memungkinkan permintaan banyak *Layer* dalam satu permintaan WMS tunggal. Sebuah *Layer Group* mengandung informasi mengenai *Layer* yang ada dalam grup tersebut, urutan visualisasi *Layer*, proyeksi, *style* dan lainnya. Informasi ini dapat berbeda dari setiap *Layer* yang menjadi komponen grup. *Layer Group* tidak terkait dengan konsep *Workspace* dan hanya relevan dengan permintaan WMS.

MapServer for Windows

MapServer merupakan aplikasi *freeware* dan *open source* yang memungkinkan pemakai menampilkan data spasial (peta) di *web*. Aplikasi ini pertama kali dikembangkan di Universitas Minnesota, Amerika Serikat.

Bentuk paling dasar *MapServer* berupa sebuah program CGI (*Common gateway Interface*). Program tersebut akan dieksekusi di *web server* dan berdasarkan beberapa parameter tertentu (terutama konfigurasi dalam bentuk file *.MAP) akan menghasilkan data yang kemudian akan dikirim ke *web browser*, baik dalam bentuk gambar ataupun bentuk lain.

Sistem Kerja *Web* SIG

Sistem *web* SIG yang sekarang berkembang terbagi kedalam dua sistem. Sistem pertama adalah sistem WMS (*Web Map Service*) dan sistem kedua adalah WFS (*Web Feature Service*). Kedua sistem ini memiliki sistem kerja yang berbeda dan memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Walaupun kedua sistem ini memiliki sistem kerja yang berbeda, kedua sistem dapat saling terhubung satu sama lain.

WMS

Sistem WMS bekerja dengan menerima permintaan dari pengguna yang kemudian diteruskan menuju *server* WMS yang akan memproses permintaan tersebut dan melakukan pencarian data yang diinginkan. Data yang telah didapatkan kemudian akan dikirimkan kembali oleh *server* menuju pengguna.

Data peta yang dtampilkan pada sistem WMS berupa file dalam format gambar. Sehingga dalam sistem WMS peta yang ditampilkan berbentuk data raster. Format file yang dapat digunakan adalah *Scalable Vektor Graphics (SVG)*, *Portable Network Graphics (PNG)*, *Graphics Interchange Format (GIF)* or *Joint Photographics Expert Group (JPEG)*.

WFS

WFS bekerja serupa dengan WMS yaitu pengguna akan melakukan permintaan yang akan diterima oleh *server WFS*. *Server WFS* kemudian akan melakukan pemrosesan permintaan dan akan melakukan pencarian data yang diinginkan. Setelah data didapatkan oleh *server WFS*, *server WFS* akan menampilkan data dalam format vektor.

WFS ditulis dengan bahasa XML (*Extensible Markup Language*) yang berisikan mengenai sistem referensi koordinat dari data, bentuk geometri dari data (titik, garis atau polygon), dan seluruh koordinat yang membentuk data. XML ini kemudian akan digambarkan dengan menggunakan GML (*Geography Markup Language*) berupa data vektor dari koordinat yang tertulis pada XML.

WFS memiliki lima protokol operasi utamanya yaitu *GetCapabilities*, *DescribeFeature Type*, *GetFeature*, *LockFeature* dan *Transaction*. *GetCapabilities* mendeskripsikan kapasitas yang dimiliki oleh *server WFS* seperti tipe *feature* yang dapat diberikan dan operasi yang dapat didukung pada setiap tipe *feature*. *DescribeFeatureType* memberikan informasi mengenai struktur dari setiap tipe *feature* setiap kali dilakukan permintaan. *GetFeature* mengambil dan menampilkan *feature* yang diminta oleh pengguna. *LockFeature* melakukan penguncian pada satu atau lebih *feature* yang diambil selama durasi operasi *Transaction*. *Transaction* memberikan kemampuan untuk melakukan pembuatan (*create*), perubahan (*update*) dan penghapusan (*delete*) pada *feature*. Kemampuan yang terdapat pada operasi *Transaction* memungkinkan dilakukannya analisis spasial dan *modeling* dengan memanfaatkan *web SIG* seperti yang dapat dilakukan pada *SIG desktop*.

HTML (*Hypertext Markup Language*)

HTML (*Hyper Text Markup Language*) adalah suatu format data yang digunakan untuk membuat dokumen *hypertext* yang dapat dibaca dari satu *platform* ke *platform* komputer lainnya tanpa perlu melakukan perubahan apapun. Dikarenakan dokumen HTML merupakan suatu dokumen teks biasa, sehingga di *platform* apapun dokumen tersebut dapat dibaca. Dokumen HTML dibaca oleh sebuah program *browser*, *browser* akan menterjemahkan isi dokumen HTML menjadi sebuah dokumen yang dapat dibaca oleh pengguna. (Eddy, 2002).

PHP

PHP: *Hypertext Preprocessor* (PHP) merupakan suatu *script* yang digunakan untuk membuat sebuah *web* menjadi lebih menarik, dinamis dan interaktif atau dengan kata lain merupakan bahasa pemrograman *server side* karena diproses pada komputer *server*.

2. Metode Penelitian

Pada dasarnya penggunaan perangkat lunak SIG untuk analisis data didasarkan pada kemampuannya mengolah data secara terpadu. Data grafis bergeoreferensi yang merupakan simbol objek di permukaan bumi dapat diikatkan dengan data atribut, baik bertipe karakter atau numerik. Konsep tumpang tindih *Layer* data semakin memudahkan pengguna untuk melakukan analisis spasial.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1) Seperangkat komputer dengan program pendukungnya (software ArcGis v.9.3, GeoServer 2.7.2, MapServer for Windows).
- 2) Peta geologi regional lembar Bangka Utara dan Selatan skala 1:250.000.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian terdiri dari :

- 1) Tahap studi pustaka
 - a. Mengumpulkan landasan teori.

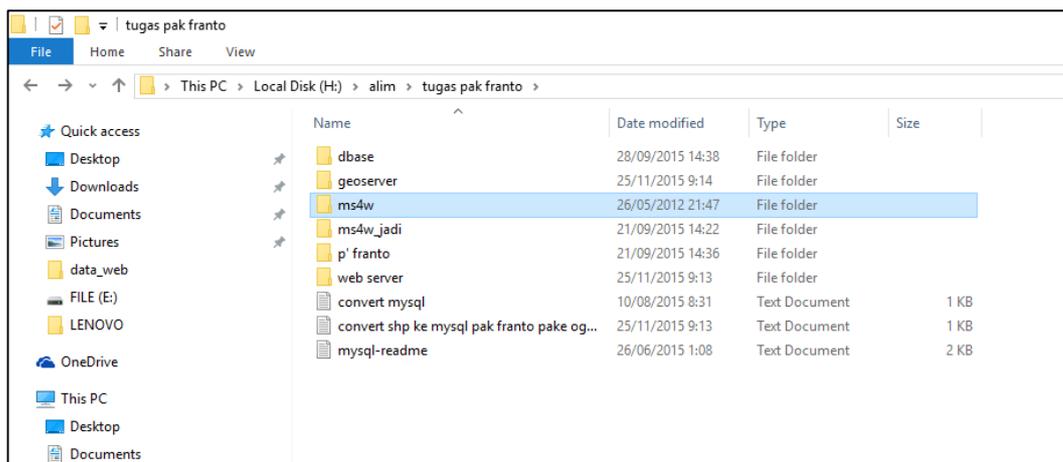
- b. Mengumpulkan data sekunder yang berkaitan dengan lokasi penelitian berupa Peta Geologi skala 1:250.000
- 2) Pengolahan data, meliputi :
 - a. Proses digitasi dan konversi file ke format *shapefile* perangkat lunak ArcGis 9.3. Digitasi dilakukan pada peta Geologi Pulau Bangka. Proses digitasi dilakukan secara manual dengan menggunakan perangkat lunak Arcgis 9.3 sehingga akan menghasilkan file gambar format shp, proses pendigitasian peta seperti titik (*sites*), garis (*line*), garis tertutup (*polyline*) untuk setiap tema peta kedalam *Layer* yang sesuai.
 - b. Konversi shapefile ke basis data MySQL
 - c. MapServer for Windows. *MapServer for Windows* merupakan paket

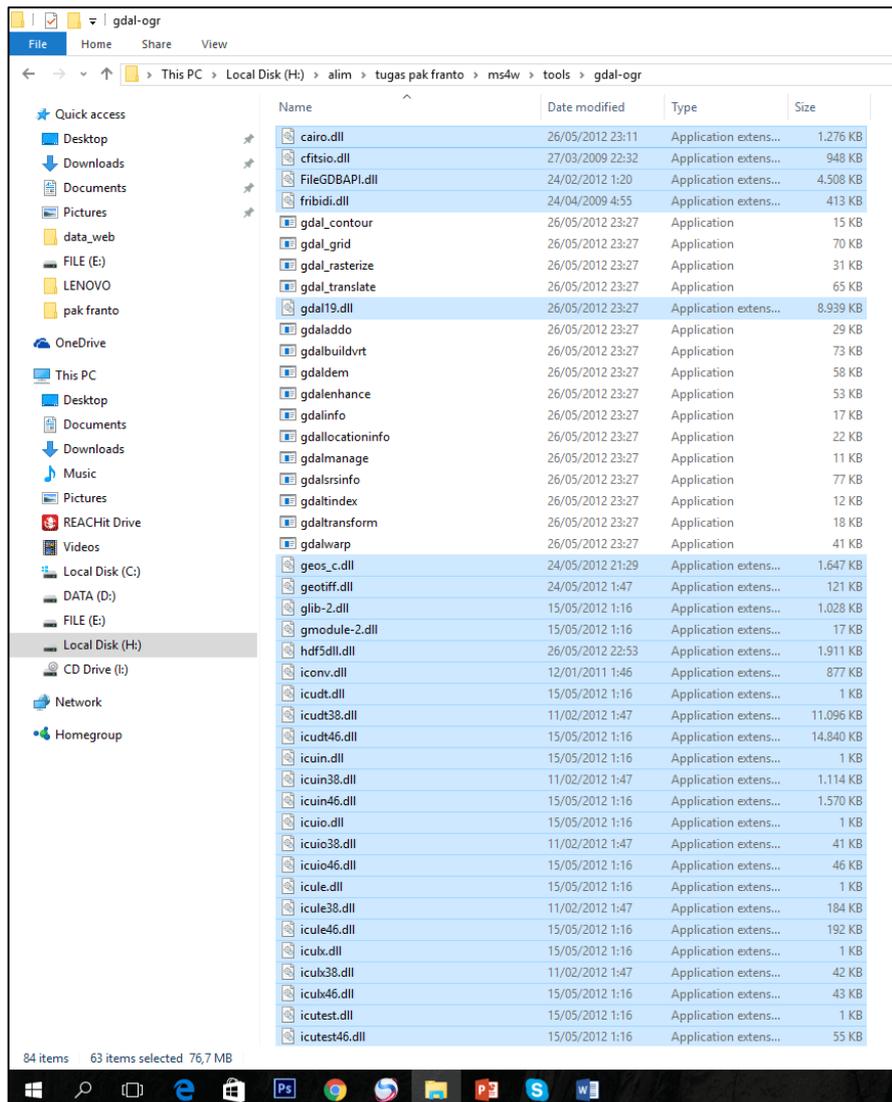
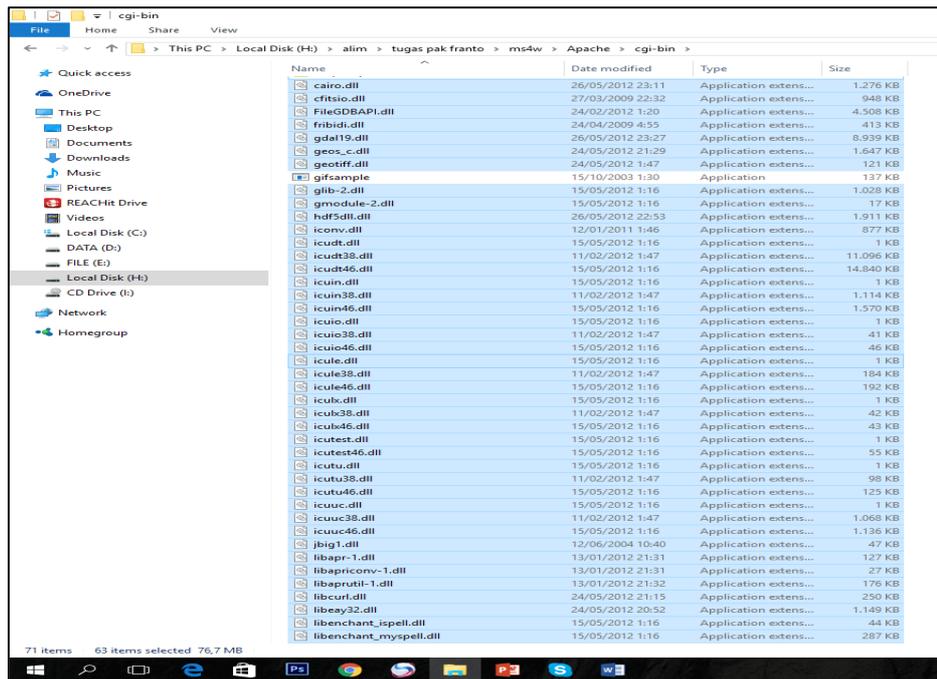
aplikasi lengkap dari *MapServer*, didalamnya tersedia *tools* untuk konversi, informasi data dan server *apache* khusus SIG.

Adapun langkah-langkah konversinya adalah sebagai berikut :

1. *Copy file ms4w* ke drive c

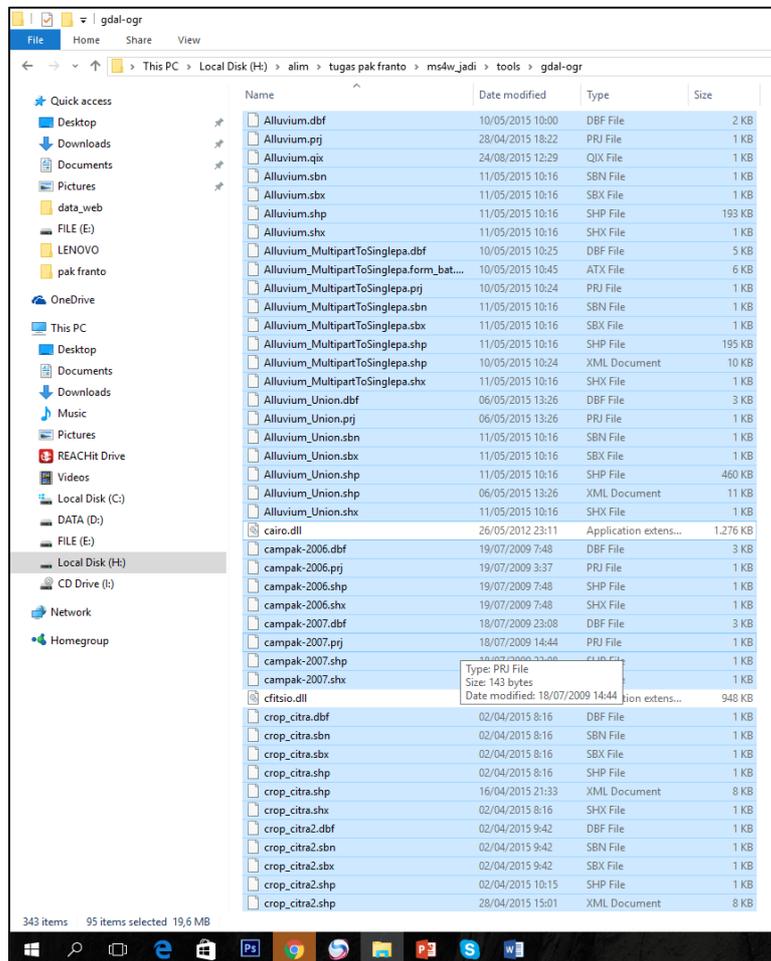
File-file utama untuk konversi ada di folder *gdal-ogr* (*ms4w/tools/gdal-ogr*), namun karena file utama tersebut membutuhkan file-file *library* yang tidak terdapat dalam satu folder, maka file-file *library* (*.dll) yang berada pada folder *cgi-bin* (*ms4w/Apache/cgi-bin*) perlu di *copy* ke dalam folder *gdal-ogr* tadi. Cukup *copy* semua file yang berekstensi .dll saja pada folder *cgi-bin* (*ms4w/Apache/cgi-bin*) ke folder *gdal-ogr* (*ms4w/tools/gdal-ogr*).





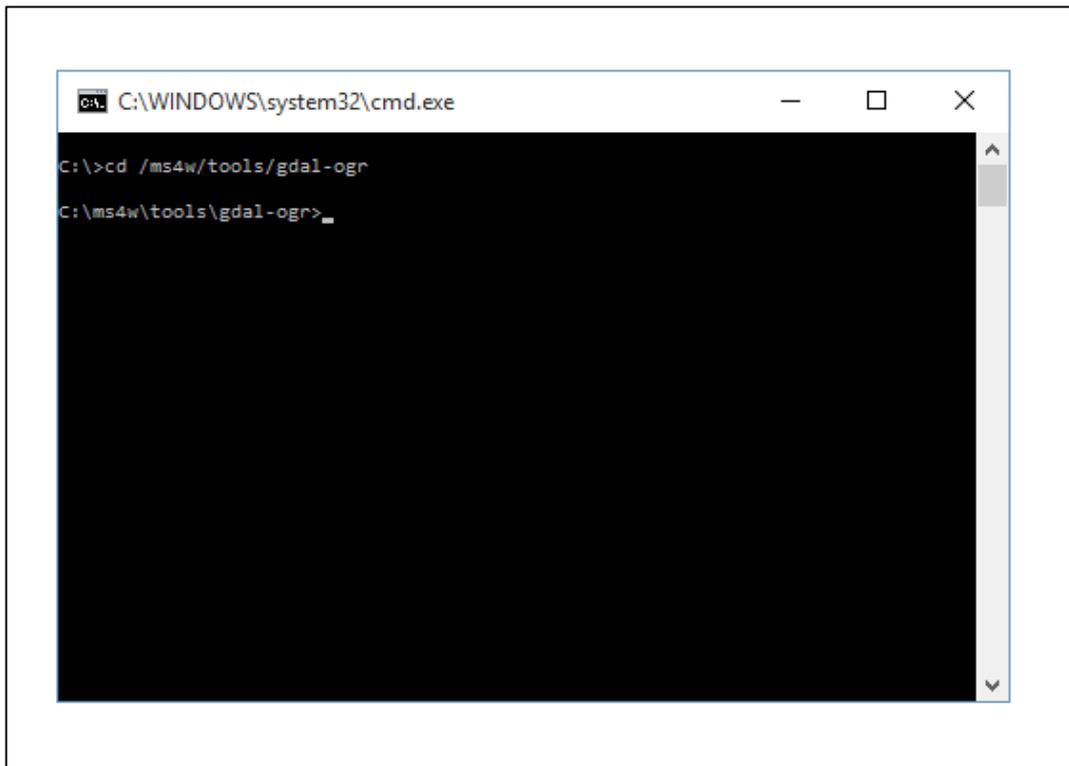
- Setelah *file-file library* tersebut di *copy*, kemudian letakkan seluruh *shapefile* meliputi file dengan ekstensi : *.shp; .shx; .sbx; .sbn; .dbf; .prj*; dari proyek SIG yang

telah dibuat dari peta digitasi manual peta geologi Pulau Bangka ke dalam folder *gdal-ogr (ms4w/tools/gdal-ogr)*.



- Dikarenakan hasil konversi nantinya berupa *database MySQL*, maka terlebih dahulu buat *database* kosong pada *MySQL Server*, misalnya dengan nama *websig*.
- Setelah *database* dibuat, selanjutnya melakukan konversi dengan cara: Buka

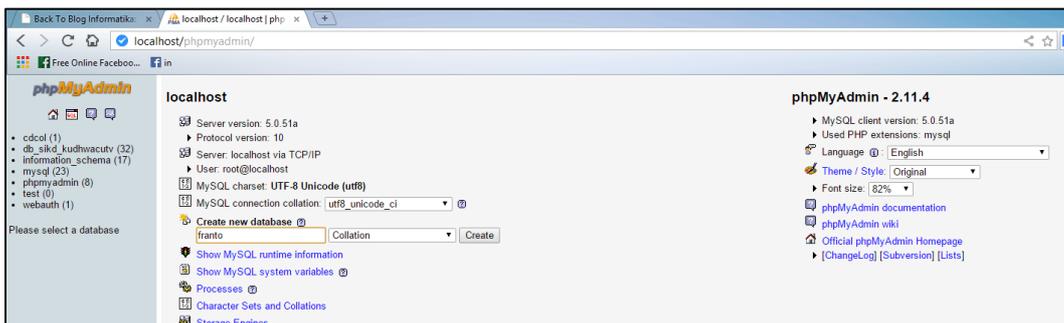
Command Prompt Windows, caranya klik *Start -> Run -> cmd*. Atau *Start -> All Programs -> Accessories -> Command Prompt*. Setelah itu pindahkan direktori pada *command prompt* ke folder *gdal-ogr* tadi. Caranya ketik *cd c:\ms4w\tools\gdal-ogr*.

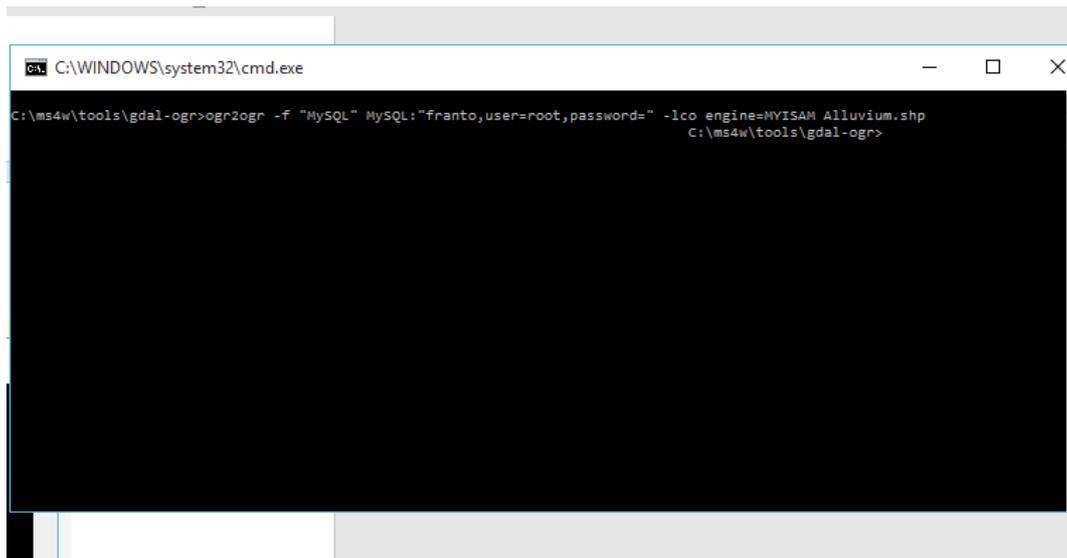


5. Buat *database* pada *webserver* yang sudah diinstall (menggunakan *xampp*), pada *browser* ketik
6. Setelah masuk ke *folder gdal-ogr*, sekarang lakukan konversi dengan menetik perintah berikut pada *command prompt*.

localhost/phpmyadmin. File utama untuk melakukan konversi adalah *ogr2ogr.exe*.

ogr2ogr -f "MySQL" MySQL:"franto,user=root,password=" -lco engine=MYISAM Alluvium.shp



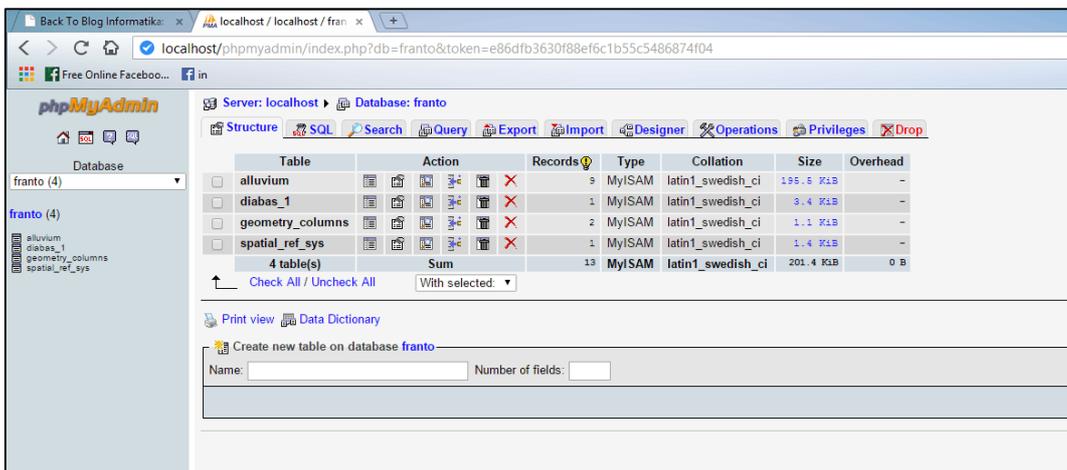
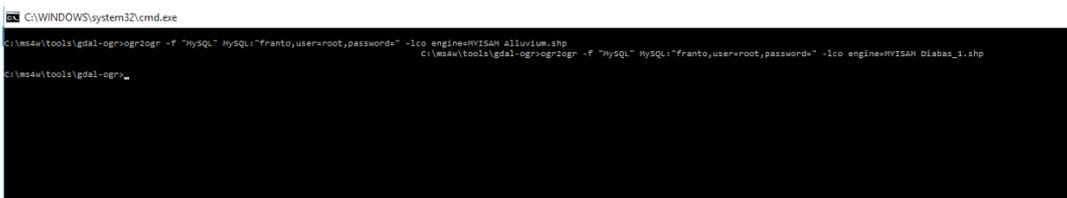


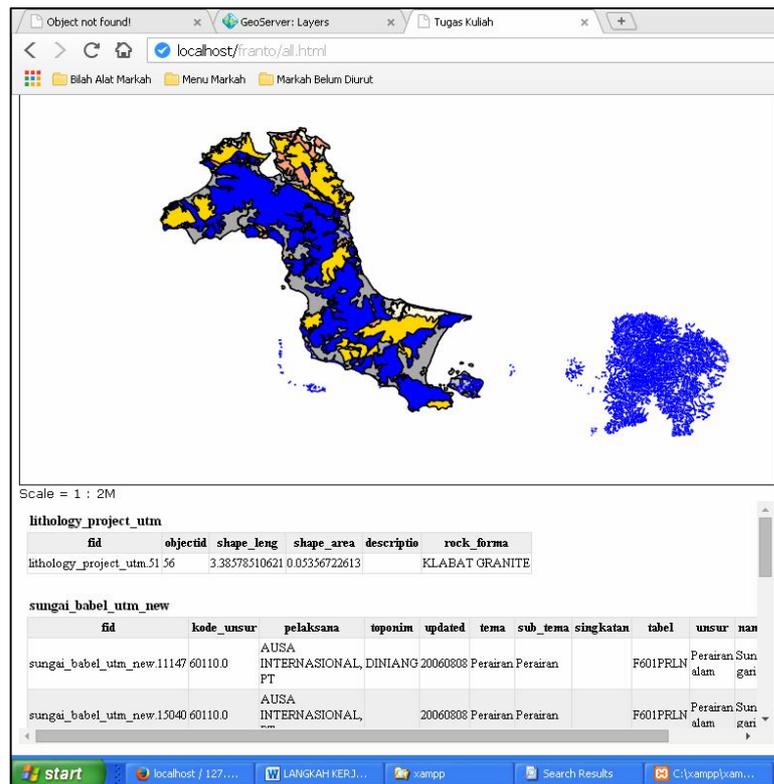
catatan : antara kata 'franto,' dengan kata 'user' dan juga antara kata 'root,' dengan kata 'password' tidak ada spasi, begitu juga dengan kata di antara tanda sama dengan (=). Jadi tulislah format penulisannya persis seperti di atas.

Keterangan : franto, merupakan nama *database*. root, merupakan nama pengguna *MySQL Server (defaultnya root)* pass, kalau *MySQL Server* menggunakan password, tuliskan *password* tersebut. *Defaultnya* kosong. nama_field, merupakan nama *field database* yang nantinya bertipe *geometry*.

nama_file.shp, merupakan nama *shapefile* dari tematik yang dibuat dengan dengan ArcGIS. Nama tabel dari hasil konversi tersebut sama persis dengan nama *shapefile* yang dikonversi.

Catatan : Apabila ada *project* yang dibuat dengan ArcGis 9.3 yang memiliki beberapa *shapefile* yang saling terkait antara satu sama lainnya misalnya *shapefile batas_kab.shp* dan *shapefile batas_kec.shp*, kemudian ingin keduanya dikonversi ke *database*, maka ulangi perintah konversi di atas, namun hanya nama filenya saja yang dirubah.





Gambar 1. Tampilan Peta Geologi Digital Pulau Bangka

4. Kesimpulan

Berdasarkan kajian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan :

1. Penggunaan bahasa pemrograman *java* sangat terbatas kemampuan untuk menyimpan file-file yang berkapasitas besar seperti data raster maupun data vektor sendiri.
2. Pembuatan *database* untuk Peta Geologi digital ini merupakan data awal yang dapat membantu memudahkan dalam melakukan eksplorasi geologi secara efektif dan efisien.

Daftar Pustaka

- Aronoff, S. 1989. *Remote Sensing For GIS Manager (terjemahan)*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Eddy, P. 2007. *Membangun Aplikasi Web-Based GIS dengan MapServer*, Informatika, Cetakan Pertama, Bandung.
- Eddy, P, 2002. *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*, Informatika, Cetakan Pertama, Bandung.
- Projo, D. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*, Andi Offset, edisi Pertama, Yogyakarta.
- Paryono, P. 1994. *Sistem Informasi Geografis*, Andi Offset. Yogyakarta.
- MapServer, <http://mapserver.gis.umn.edu>
- MS4W, mapLab, Chamelon, <http://maptools.org>
- PostGIS manual, <http://postgis.refraction.net>