

Penggunaan Data Inderaja untuk Mengkaji Perubahan Kawasan Hutan Lindung Pantai Utara Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan Sejak Tahun 1978-2014

FISOP NURHURI¹⁾, DEDIK BUDIANTA²⁾, DAN MOH. RASYIDRIDHO³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Pengelolaan Lingkungan Pascasarjana Universitas Sriwijaya. ²⁾Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. ³⁾Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya

Abstrak: Kelas kerapatan kawasan hutan lindung Pantai Utara Kabupaten Banyuasin dibagi menjadi tiga kelas yaitu kelas kerapatan jarang, kelas kerapatan sedang dan kelas kerapatan lebat. Tahun 2014 kerapatan jarang terdistribusi merata di wilayah kawasan hutan lindung, dan kerapatan vegetasi lebat jumlahnya sangat sedikit. Faktor yang menyebabkan perubahan indeks kerapatan adalah adanya aktivitas manusia seperti penebangan pohon yang semakin sering dilakukan, konversi hutan primer dan sekunder menjadi pemukiman, perkebunan, sawah dan lain-lain. Perubahan tutupan lahan kawasan hutan primer tahun 1978-2014 dari hasil analisis data pada citra Landsat ditemukan perubahan yang tidak berkesinambungan antara tahun 1978 – 2014. Perubahan terlihat jelas pada total luas perubahan tutupan lahan kawasan hutan lindung tahun 1978 sebesar 43.599,04 Ha, tahun 1989 sebesar 54.599,22 Ha, tahun 2000 sebesar 26.239,654 Ha, tahun 2009 sebesar 25.817,225 Ha, tahun 2014 sebesar 26.939,535 Ha. Yang menyebabkan perhitungan luas tutupan lahan menjadi tidak berkesinambungan yaitu adanya sebaran awan dan air, sehingga mengurangi informasi luasan pada citra.

Kata Kunci: Kawasan Hutan Lindung, inderaja, citra Landsat, tutupan Lahan

Astract: Densities class in the protected forest area of North Coast Banyuasin divided into three classes, namely classes sparse density, medium density classes and class heavy density. In 2014 the density is rarely distributed evenly in the area of protected forests and dense vegetation density amount is very small. Factors that cause changes in the density index is human activity such as logging is increasingly being done, the conversion of primary and secondary forests into settlements, plantations, rice fields and others. Changes in land cover primary forests in 1978-2014 from the analysis of Landsat data at an unsustainable changes were found between 1978 - 2014. The change is clearly visible on the total area of land cover change on protected forest area in 1978 is 43599.04 hectares, in 1989 is 54599.22 hectares, in 2000 is 26239.654 ha, in 2009 is 25817.225 Ha, and in 2014 is 26939.535 Ha. Causes factor the calculation of the area covered land into unsustainable, is presence the distribution of clouds and water, there by reducing the area of the image information.

Keywords: Forest Protected Areas, remote sensing, Landsat imagery, land cover

1 PENDAHULUAN

Provinsi Sumatera Selatan mempunyai luas hutan 3.742.327,00 ha (SK No. 76/Kpts-II/01). Luasan kawasan hutan lindung di Provinsi Sumatera Selatan direncanakan seluas 589.463,36 ha atau 6,42% dari total luas wilayah yang tersebar di 16 kabupaten atau kota. Kabupaten Banyuasin mempunyai rencana kawasan hutan lindung seluas 69.025,61 ha atau 0,75 % terhadap luas wilayah kawasan hutan lindung (Kabupaten Banyuasin Dalam Angka:2012).

Kawasan hutan lindung di Kabupaten Banyuasin belakangan mengalami tekanan berupa perambahan hutan, penebangan liar, okupasi masyarakat terhadap lahan perkebunan, perladangan, tambak budidaya, dan lain sebagainya. Banyaknya kepentingan terlebih pada masa otonomi daerah saat ini semakin membuat kawasan hutan lindung di Kabupa-

ten Banyuasin semakin terpuruk, terutama keadaan vegetasi penyusun hutan berikut keanekaragaman hayatinya. Terlebih lagi dari sektor perkebunan dan perikanan semakin diminati oleh para investor dan masyarakat Kabupaten Banyuasin khususnya perkebunan kelapa sawit dan budidaya tambak patin. Dimana kegiatan perkebunan dan budidaya tambak ini membutuhkan areal lahan yang cukup luas.

Perencanaan dalam pengelolaan kawasan hutan lindung Kabupaten Banyuasin yang bertujuan untuk mempertahankan fungsi tata air, mengatur iklim mikro, serta keanekaragaman hayatinya dalam rangka menjaga keutuhan vegetasi penutupnya mutlak dilakukan. sehingga perlu dilakukan adanya kajian identifikasi perubahan penutupan lahan hutan lindung di Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. Identifikasi permasalahan yang berhubungan dengan hal tersebut pada pelaksanaannya akan berhad-

pan dengan suatu kawasan atau wilayah yang cukup luas tentunya akan membutuhkan waktu yang cukup lama dan biaya serta sarana prasarana yang tidak mendukung untuk dilaksanakannya pengidentifikasian secara konvensional.

Penginderaan jauh atau inderaja secara umum didefinisikan sebagai ilmu-teknik-seni untuk memperoleh informasi atau data mengenai kondisi fisik suatu benda atau obyek, target, sasaran maupun daerah dan fenomena tanpa menyentuh atau kontak langsung dengan benda atau target tersebut (Soenarmo, Sri Hartati. 2009). Upaya untuk menghemat waktu dan biaya dalam menganalisis dan mengkaji perubahan tutupan lahan penulis menggunakan data citra satelit. Data citra satelit yang digunakan lebih fokus menggunakan data citra *landsat*. Perubahan tutupan lahan dapat lebih terlihat jika dilakukan penelitian secara berkesinambungan dan periodik dalam rentang waktu yang lama. Penulis menggunakan rentang waktu dari tahun 1978 - 2014 untuk menganalisis perubahan tutupan lahan. Data citra yang digunakan dalam menganalisis perubahan tutupan lahan harus seragam agar perubahan yang dapat terlihat. Dari uraian di atas maka penulis melakukan penelitian dengan judul "penggunaan data inderaja untuk mengkaji perubahan kawasan hutan lindung pantai utara Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan sejak tahun 1978- 2014".

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan tutupan lahan Kawasan Hutan Lindung Pantai Utara Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan sejak tahun 1978-2014 dan

untuk mengetahui tingkat kerapatan vegetasi di Kawasan Hutan Lindung Pantai Utara Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan.

2 METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juni sampai dengan bulan Juli tahun 2015. Lokasi penelitian di kawasan hutan lindung pantai Utara Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. Kawasan Hutan Lindung Pantai Utara Kabupaten Banyuasin wilayahnya tersebar di berbagai kecamatan, yaitu Kecamatan Pulau Rimau, Kecamatan Air Saleh, Banyuasin II, Markartijaya, Sumber Marga Telang, Muara Telang, dan Muara Sugihan. Secara geografis lokasi penelitian terletak di $2^{\circ}19'33''$ - $2^{\circ}38'23''$ LU dan $104^{\circ}35'41''$ - $105^{\circ}34'40''$ BT, dengan sebelah utara berbatasan dengan Selat Bangka sebelah selatan berbatasan dengan Kota Palembang, Kabupaten Muara Enim

disebelah timur dengan Kabupaten OKI di sebelah barat dengan Kabupaten Musi Banyuasin.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan terdapat dua macam yaitu alat untuk pengolahan data digital dan alat untuk survey lapangan (*ground chek*). Alat yang digunakan untuk survey lapangan (*ground chek*) terdiri dari *Global Positioning System* (GPS), alat tulis dan kamera untuk dokumentasi. Alat yang digunakan untuk pengolahan data terdiri dari PC (*Personal Computer*), software ArcGIS, software Microsoft Excel, flasdisk dan printer.

Bahan yang digunakan data citra satelit landsat dengan skala 1: 50.000, dengan masing-masing tahun 1978, 1989, 2000, 2010, dan 2014.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dari beberapa sumber yang nantinya berguna untuk pengolahan data dan merupakan data sekunder, digunakan sebagai data penunjang di lapangan. Dalam pengumpulan data pada penelitian ini, peneliti men-*download* langsung citra satelit Landsat *multi-temporal* tahun perekaman 1978, 1989, 2000, 2009, 2014 (situs www.glovis.usgs.gov tanggal 2 Januari 2014).

Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan program software ArcGIS. Proses selanjutnya yaitu proses pengolahan citra yang terdiri dari tahapan import data, koreksi citra, cropping, hingga penerapan metode *Unsupervised Clasification*. Tahapan dalam pengolahan data secara digital adalah:

Import Data

Langkah pertama dalam pengolahan citra adalah membuka data atau meng-import data satelit yang akan digunakan. Kemudian dilakukan ekstrak data. Ekstrak data menghasilkan 4 - 12 file data dari masing-masing tahun berdasarkan saluran band dalam format TIFF, kemudian dilakukan klasifikasi kelas RGB pada citra.

Koreksi Citra

Koreksi geometrik yang diterapkan pada citra landsat tahun 1978, 1989, 2000, 2009 dan 2014, kemudian dilakukan koreksi polinomial dengan membandingkan data citra yang dianggap telah terkoreksi atau akurat yaitu citra landsat tahun 2000.

Pemotongan Citra/Cropping

Data citra yang telah terkoreksi kemudian dilakukan pemotongan citra berdasarkan wilayah kajian penelitian yaitu batas kawasan hutan lindung Kabupaten Banyuasin. Penentuan batas kawasan tersebut melalui proses secara digital dengan memanfaatkan data peta RTRW Kabupaten Banyuasin tahun 2012-2032, dengan menggunakan software ArcGIS 10.

Pengolahan Citra

Pengolahan citra yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Menyamakan skala peta pada citra Landsat tahun 1978, 1989, 2000, 2010, dan 2014.
- Melakukan interpretasi pada citra Landsat tahun 1978, 1989, 2000, 2010, dan 2014 dengan software ArcGIS. Citra Landsat tahun 1978, 1989, 2000, 2010, dan 2014 diinterpretasikan penutupan lahannya, kemudian pada setiap bagian penutupan lahannya ditandai dengan menggunakan warna yang berbeda.

- Menghitung indeks kerapatan vegetasi dengan transformasi NDVI
- Pengukuran luas dilakukan pada masing-masing klasifikasi bentuk penutupan lahan pada peta hasil interpretasi citra Landsat tahun 1978, 1989, 2000, 2010, dan 2014 dengan menggunakan bantuan software Arc GIS setelah terlebih dahulu pada masing-masing klasifikasi penutupan lahan diinterpretasikan sesuai batas penutupan lahannya.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Intrepetasi Citra dan Perhitungan Perubahan Luas Tutupan Lahan

Hasil interpretasi citra Landsat tentang data luas area klasifikasi penutupan lahan dari tahun 1978 sampai dengan tahun 2014 dapat disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Perubahan luas tutupan lahan dari tahun 1978 – 2014 dengan menggunakan citra Landsat

Jenis penutupan lahan	1978 (Ha)	1989 (Ha)	2000 (Ha)	2009 (Ha)	2014 (Ha)
Hutan primer	43.599,04	54.599,22	26.239,654	25.817,225	26.939,535
Hutan sekunder	15256,505	9.854,78	29.398,952	34.158,599	12.960,429
Semak belukar	8.714,578	3.121,21	6.096,831	2.359,083	7.388,907
Lahan terbuka	0	0	7.284,862	5.044,23	6.022,798
Tambak	0	0	0	1.055,354	4.544,964
Sawah	0	0	0	1.055,354	5.000,893
Perkebunan	0	0	0	0	6.159,962
Jumlah	67.570,123	67.575,21	69.020,299	69.489,845	69.017,488

Tabel 1 menunjukkan jumlah luasan kawasan hutan lindung pantai utara Kabupaten Banyuasin mengalami perubahan dari tahun 1978 sampai 2014. Luas kawasan hutan lindung pantai utara Kabupaten Banyuasin selama 36 tahun mengalami penambahan luas kawasan hutan lindung pantai utara Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. Penambahan luas kawasan yang terjadi di kawasan hutan lindung selama 36 tahun sebesar 1.447,365 Ha. Penambahan luas kawasan hutan lindung pantai utara Kabupaten Banyuasin masih kurang dari jumlah luas kawasan hutan lindung yang direncanakan oleh pemerintah Kabupaten Banyuasin, yaitu seluas 69.025,61 Ha (Banyuasin Dalam Angka: 2012). Tahun 1978 sampai tahun 2000 luas kawasan hutan lindung pantai utara Kabupaten Banyuasin masih kurang dari yang direncanakan pemerintah, tetapi pada tahun 2009 luas kawasan hutan lindung mencapai 69.489,845 Ha, ini berarti sudah tercapai dari luas yang direncanakan oleh pemerintah. Tahun 2014 atau dalam waktu lima tahun luas kawasan hutan lindung berkurang atau mengalami deforestasi.

Hutan primer, hutan sekunder, dan semak belukar selama 36 tahun dari tahun 1978 sampai 2014 mengalami deforestasi atau terdegradasi. Deforestasi hutan primer dan hutan sekunder yang terjadi di kawasan hutan lindung pantai utara Kabupaten Banyuasin disebabkan oleh beberapa faktor penyebab. Faktor yang menyebabkan terjadinya deforestasi di kawasan hutan lindung pantai utara Kabupaten Banyuasin di antaranya adalah pertumbuhan industri perkebunan di Kabupaten Banyuasin yang semakin pesat. Industri perkebunan di Kabupaten Banyuasin sangat menjanjikan, terutama perkebunan karet dan sawit. Tahun 2009 terdapat tipe penggunaan lahan untuk perkebunan, ini menunjukkan terjadinya pengkonversian dari hutan menjadi perkebunan.

Pembakaran secara sengaja oleh pihak-pihak tertentu untuk membuka lahan baru mengakibatkan kebakaran hutan yang tidak terkendali yang luas dan intensitasnya belum pernah terjadi sebelumnya. Sebagian dari lahan ini tumbuh kembali menjadi semak belukar, sebagian digunakan oleh para petani skala kecil, tetapi sedikit sekali usaha sistematis yang

dilakukan untuk memulihkan tutupan hutan atau mengembangkan pertanian yang produktif.

Terjadinya perubahan luas tutupan lahan ini diakibatkan adanya kegiatan manusia di kawasan Hutan Lindung Pantai Utara Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan, dimana dalam rentang waktu dari tahun 1978 sampai tahun 2014 jumlah penduduk di kawasan ini terus mengalami peningkatan. Adanya peningkatan jumlah penduduk di kawasan ini menyebabkan terjadinya pembukaan lahan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan mereka. Tahun 2000 sampai tahun 2014 sampai tahun 2014 terdapat penggunaan lahan untuk sawah, perkebunan, tambak, dan lahan terbuka terus mengalami penambahan luas kawasan. Mata pencaharian sebagian besar penduduk di kawasan hutan lindung pantai utara Kabupaten Banyuasin yang berupa bertani (petanisawahmaupuntambak) dan berkebun menjadi factor pendorong semakin bertambahnya luas tutupan lahan untuk sawah, tambak, dan perkebunan. Tipe penutupan lahan yang mengalami kenaikan adalah semak belukar dan lahan terbuka. Peningkatan luas kawasan semak belukar disebabkan oleh lahan-lahan budidaya tidak dikelola lagi sehingga menyebabkan tumbuhnya tumbuhan belukar di kawasan tersebut. Selain itu penebangan pohon di hutan primer menyebabkan tumbuhnya belukar di areal kawasan tersebut.

Penggunaan lahan yang mengalami penurunan luas adalah hutan primer. Penurunan jumlah kawasan ini diduga karena menurunnya luas hutan konservasi menjadi areal budidaya misalnya perkebunan, tambak, dan sawah. Hutan primer banyak berubah menjadi hutan sekunder, semak belukar, dan perkebunan. Selain itu faktor yang menyebabkan penurunan luas hutan primer adalah pembukaan lahan untuk pemukiman. Penurunan luas hutan primer didukung dengan adanya penambahan luas lahan terbuka, tambak, sawah dan perkebunan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya tentang perubahan luasan dan kerapatan mangrove di muara sungai Banyuasin, sungsgang, dan upang terjadi penurunan luasan mangrove. Periode 9 tahun yaitu dari tahun 1992 sampai tahun 2001 terjadi penurunan luasan mangrove sebesar 2857,32 ha, sedangkan tahun 2003 terjadi penurunan luasan sebesar 1494,84 ha, dan tahun 2006 terjadi penurunan luasan sebesar 1923,36 ha (Ridho, 2009). Penurunan luasan kerapatan mangrove menjadi kontribusi penurunan luasan hutan primer di kawasan hutan lindung.

Purwadhi (2008) berpendapat bahwa penggunaan lahan bersifat tidak tetap namun lebih bersifat dinamis. Perubahan penggunaan lahan adalah bertam-

bahnya suatu penggunaan yang lainya diikuti dengan berkurangnya tipe penggunaan yang lainya diikuti dengan berkurangnya tipe penggunaan lahan yang lain pada suatu waktu ke waktu berikutnya, atau berubahnya fungsi suatu lahan pada suatu daerah pada kurun waktu yang berbeda.

Alternatif penanganan yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan kawasan hutan lindung yang menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun adalah dengan pengelolaan kawasan hutan lindung yang tepat. Perubahan kawasan hutan yang menjadi lahan budidaya dikembalikan lagi ke fungsi awal sebagai hutan lindung. Mengusulkan kepada pemerintah untuk menurunkan status kawasan hutan lindung menjadi hutan produksi yang dapat dikonservasi sesuai dengan luasan perubahan kawasan yang terjadi. Memberikan sosialisasi kepada masyarakat akan besarnya manfaat hutan untuk meningkatkan daya dukung lingkungan, sehingga nilai kesadaran terhadap lingkungan bertambah. Memberikan ketegasan hukum kepada oknum yang melanggar peraturan.

Peran serta masyarakat dan pembangunan kapasitas harus menjadi aktivitas penting dalam upaya mengurangi permasalahan kawasan hutan lindung. Peran serta masyarakat dalam keseluruhan proses pembangunan merupakan syarat mutlak yang harus diperhatikan oleh semua penentu kebijakan dan penyelenggara pembangunan disegala bidang, termasuk bidang kehutanan. Selain itu masyarakat juga harus menjadi salah satu aktor utama dalam proses pembangunan kabupaten Banyuasin.

Tingkat Kerapatan Vegetasi (NDVI)

Tingkat kerapatan di kawasan hutan lindung pantai utara kabupaten Banyuasin dikelompokkan menjadi tiga tingkat kerapatan yaitu tingkat kerapatan jarang, tingkat kerapatan sedang dan tingkat kerapatan lebat. Kisaran pembagian kelas kerapatan seperti pada Tabel 2 didasarkan pada nilai histogram dan hasil indeks vegetasi.

Tabel 2. Kisaran Nilai dan Tingkat Kerapatan Vegetasi

Tingkat Kerapatan	Nilai Indeks Vegetasi				
	1978	1989	2000	2009	2014
Jarang	-0,18 s/d 0,08	-0,78 s/d -0,34	-0,76 s/d -0,33	-0,71 s/d 0,14	-0,04 s/d 0,01
Sedang	0,08 s/d 0,2	-0,34 s/d 0,1	-0,33 s/d 0,1	-0,14 s/d 0,43	0,01 s/d 0,06
Lebat	0,2 s/d 0,58	0,1 s/d 0,54	0,1 s/d 0,54	0,43 s/d 1	0,06 s/d 0,11

Kerapatan vegetasi lebat dari tahun 1978 sampai 2014 mengalami perubahan. Kerapatan lebat pada tahun 1978 relatif sempit dan terdapat di wilayah timur. Tahun 1989 kerapatan vegetasi lebat ternyata

mengalami perluasan area dan terdistribusi hampir di seluruh kawasan hutan lindung pantai utara kabupaten Banyuasin dan ini terjadi sampai tahun 2000. Kerapatan lebat teridentifikasi di sepanjang pantai dan sungai yang terdapat di kawasan hutan lindung. Vegetasi tumbuh subur di sepanjang pantai dan sungai yang terdapat di kawasan hutan lindung.

Perubahan drastis terjadi pada tahun 2014, dimana kerapatan vegetasi lebat berubah menjadi kerapatan vegetasi jarang yang terdistribusi merata hampir di seluruh wilayah kawasan hutan lindung. Pertambahan jumlah penduduk menjadi salah satu faktor perubahan distribusi kerapatan lebat, sedang dan jarang. Kebutuhan hidup yang terus bertambah membuat warga masyarakat membutuhkan mata pencaharian lain. Masyarakat mulai membuka lahan untuk di manfaatkan sebagai lahan pertanian, perkebunan dan tambak.

4 SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Perubahan tutupan lahan kawasan hutan primer tahun 1978-2014 dari hasil analisis data pada citra Landsat ditemukan perubahan yang tidak berkesinambungan antara tahun 1978 – 2014. Perubahan terlihat jelas pada total luas perubahan tutupan lahan kawasan hutan lindung tahun 1978 sebesar 43.599,04 Ha, tahun 1989 sebesar 54.599,22 Ha, tahun 2000 sebesar 26.239,654 Ha, tahun 2009 sebesar 25.817,225 Ha, tahun 2014 sebesar 26.939,535 Ha. Hal utama yang menjadikan perhitungan luas tutupan lahan menjadi tidak berkesinambungan yaitu adanya sebaran awan dan air, sehingga mengurangi informasi luasan pada citra.

Perubahan luas tutupan lahan hutan primer yang mengalami penurunan dari tahun 1978-2014 disebabkan adanya penambahan jenis tutupan lahan

yaitu lahan terbuka, sawah, tambak, dan perkebunan yang luas tutupan lahannya mengalami kenaikan dalam rentang waktu tahun 1978 -2014.

Kelas kerapatan dibagi menjadi tiga kelas yaitu kelas kerapatan jarang, kelas kerapatan sedang dan kelas kerapatan lebat. Tahun 2014 kerapatan jarang terdistribusi merata di wilayah kawasan hutan lindung, dan kerapatan vegetasi lebat jumlahnya sangat sedikit. Faktor yang menyebabkan perubahan indeks kerapatan adalah adanya aktivitas manusia seperti penebangan pohon yang semakin sering dilakukan, konversi hutan primer dan sekunder menjadi pemukiman, perkebunan, sawah dan lain-lain.

Saran

Perhitungankerapatan vegetasi di kawasanhutanlindungpantaiutaraKabupatenBanyuasin menggunakan data citra penginderaan jauh yang mempunyai resolusi tinggi, tidak mengalami *SLC-Off*, dan tidak adanya gangguan awan. Sehingga diperoleh data yang lebih akurat dan lebih baik untuk digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan perencanaan tata ruang kota.

REFERENSI

- [1] Biro Pusat Statistik. 2012. Banyuasin Dalam Angka 2012. Kabupaten Banyuasin
- [2] Purwadhi, Sri H. dan Tjaturrahono B.S. 2008. Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional dan UNNES.
- [3] Ridho, M.R., et al. 2009. Perubahan Luasan Dan Kerapatan Mangrove di Muara Sungai Banyuasin, Sungsang Dan Upang Provinsi Sumatera Selatan Menggunakan Citra Satelit Landsat-TM. Jakarta: Mitra Bahari.
- [4] Soenarmo, Sri Hartati. 2009. Penginderaan Jauh dan Pengenalan Sistem Informasi Geografis Untuk Bidang Ilmu Kebumian. Bandung: Penerbit ITB.
- [5] www.glovis.usgs.gov tanggal 2 Januari 2014