

**IDENTIFIKASI PENGGUNAAN
LAHAN DI KECAMATAN
KALAWAT DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM
INFORMASI GEOGRAFIS
KABUPATEN MINAHASA UTARA**

ABSTRACT

Vikni Yopy Maki. 120318032.
Identification the Landuse in Kalawat,
North Minahasa Regenci Using
Geographic Information System
Supervised by Dr.Ir. Sandra E. Pakasi,
MSi and Ir. Maria Montolalu, MP.

This study aims to determine the landuse in the District of Kalawat, North Minahasa Regency using Geographic Information System(GIS). The research has been conducted since October to December 2016 in Kalawat North Minahasa Regency. This research uses descriptive method consisting of field survey and overlay map. The results shows that GIS has the ability to connect various data at a certain point on earth, combine, analyze and mapping. The data to be processed in the GIS is spatial data whichis geographically oriented data that has a certain coordinate system, as reference data. There are seven types of landuse in Kalawat such as: roads, settlements, coconut plantations, mixed plantations, irrigated sawahs, fishponds and rivers. The total area of Kalawat is 3819.79 ha, which consist of Mixed plantation 3027,27 ha (79,25%), settlement 410,08 ha (10,74%), coconut plantation 239,59 ha (6,27%), irrigated rice fields 126.62 ha (3.32%) and fish farm 16,23 ha (0,42%). Kalawat has road wits length 218,72 km and length of river 35,37 km.

ABSTRAK

Vikni Yopy Maki. 120318032. Identifikasi Penggunaan Lahan Dengan Menggunakan Sistim Informasi Geografis di Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara. Dibawah bimbingan Dr.Ir. Sandra E. Pakasi, MSi dan Ir. Maria Montolalu, MP.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan lahan di Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis. Penelitian telah dilakukan sejak bulan Oktober sampai Desember 2016 di Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara. Penelitian ini menggunakan metode Deskriptif yang terdiri dari survey lapangan dan *overlay* peta. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa SIG mempunyai kemampuan untuk menghubungkan berbagai data pada suatu titik tertentu di bumi, menggabungkannya, menganalisis dan akhirnya memetakan hasilnya. Data yang akan diolah pada SIG merupakan data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis dan merupakan lokasi yang memiliki sistem koordinat tertentu, sebagai data referensinya. Terdapat tujuh tipe penggunaan lahan yang ada di Kecamatan Kalawat yaitu Jalan, Pemukiman, Perkebunan Kelapa, Perkebunan Campuran, Sawah Irigasi, Tambak Ikan dan Sungai. Luas Kecamatan Kalawat adalah 3819,79 ha dengan tipe penggunaan lahan Perkebunan Campuran 3027,27 ha (79,25%), Pemukiman 410,08 ha (10,74%), Perkebunan Kelapa 239,59 ha (6,27%), Sawah Irigasi 126,62 ha (3,32%) dan Tambak Ikan 16,23 ha (0,42%). Kecamatan Kalawat memiliki panjang jalan 218,72 km dan panjang sungai 35,37 km.

PENDAHULUAAN

Kabupaten Minahasa Utara dengan pusat pemerintahan dan ibukota di Airmadidi, terletak di Provinsi Sulawesi Utara. Kabupaten ini memiliki lokasi yang strategis karena berada di antara dua kota, yaitu Manado dan kota pelabuhan Bitung. Sumber daya pertanian dan perkebunan dengan primadona tanaman kelapa yang adalah terbesar di seluruh wilayah Minahasa Utara sehingga merupakan usaha tani utama penduduk. Seiring perkembangan penduduk yang semakin meningkat, maka kebutuhan lahan untuk dijadikan pemukiman dan lahan pertanian dan perkebunan dirasakan semakin meningkat pula.

Kecamatan Kalawat merupakan kawasan pengembangan perumahan dan pemukiman yang lahannya masih cukup luas, sehingga pengembangan perumahan maju sangat pesat. Hal ini disebabkan Kecamatan Kalawat memiliki lokasi yang strategis karena dekat dengan kota Manado. Hal tersebut menyebabkan terjadinya konversi-konversi lahan, baik dari lahan pertanian menjadi daerah pemukiman maupun dari lahan hutan menjadi perkebunan dan pertanian, dengan berubahnya penggunaan lahan maka kondisi vegetasi juga akan berubah. Dalam mengantisipasi perubahan penggunaan lahan diperlukan informasi mengenai luasan penggunaan lahan yang ada. Pemantauan informasi mengenai perubahan luasan penggunaan lahan dapat ditempuh dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh.

Penginderaan jauh adalah suatu pengukuran atau perolehan data pada objek permukaan bumi dari satelit atau instrumen lain di atas atau jauh dari objek yang di inderaja (Colwell, 1984). Hasil dari penginderaan jauh pada umumnya disebut dengan istilah citra, Citra penginderaan jauh memiliki beberapa bentuk yaitu berupa foto udara dan citra satelit. Data

penginderaan jauh tersebut didapat dari hasil rekaman objek muka bumi oleh sensor yang dibawa oleh wahana. Sistem penginderaan jauh adalah serangkaian yang digunakan untuk penginderaan jauh yang meliputi sumber energi, atmosfer, interaksi antara energi dan obyek, sensor, perolehan data dan pengguna data (Sutanto, 1986).

Pemetaan dan penentuan posisi suatu titik di permukaan bumi semakin maju dan pesat, hal tersebut ditandai dengan berkembangnya alat-alat pengukuran yang semakin canggih, baik seperti ETS (Electronic Total Station), GPS (*Global Positioning System*), dan juga dengan berkembangnya satelit yang menghasilkan produk citra beresolusi tinggi dimana sangat menunjang perkembangan sistem penginderaan jauh baik dari segi fungsinya maupun perkembangan metode pengolahannya. Salah satu perkembangan dalam pengolahan citra pengindraan jauh adalah pengolahan pengklasifikasian citra. Metode terbaru yang dikenal belakangan ini adalah *Object Base Image analysis* (OBIA), merupakan perkembangan salah satu teknik pengolahan klasifikasi citra yang didasarkan tidak hanya pada rona, tekstur piksel suatu citra namun dalam kesatuan obyek. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin berkembang pesat mengikuti arus globalisasi yang menuntut manusia semakin harus meningkatkan kemampuan berfikir tentang ilmu pengetahuannya. Khusus untuk manusia yang ingin mengetahui suatu wilayah dalam segala bentuk ruangnya dibutuhkan kemampuan untuk membuat sebuah peta.

Interpretasi citra sebagai cara untuk menganalisis data secara manual atau digital yang mempermudah pengguna untuk menemukan berbagai data dalam bentuk keruangan. Interpretasi citra secara visual sering di sebut dengan interpretasi fotografik, sekalipun citra yang di gunakan bukan citra foto, melainkan citra non foto

yang telah tercetak (*hard copy*). Sebutan interpretasi foto grafik sering di berikan pada Interpretasi visual citra non foto, karena banyak produk tercetak citra non foto di masa lalu (bahkan sampai sekarang) di wujudkan dalam bentuk film ataupun citra tercetak di atas kertas foto, dengan proses reproduksi fotografik. Hal ini dapat dilakukan karena proses pencetakan oleh komputer pengolahan citra non foto dilakukan dengan printer khusus yang disebut film writer, dan hasil cetaknya menyerupai slide (diapositif) berukuran besar

Kainz (1997) SIG adalah sistem otomatis untuk memasukan data manajemen, analisis dan menampilkan data geografis (data spasial dan data atribut). Banyak penelitian difokuskan pada integrasi GIS dan teknik penginderaan jauh yang diperlukan untuk analisis deteksi perubahan yang lebih akurat (Sitorus dkk, 2006). Menurut Robi`in (2008) dalam perkembangannya kebutuhan informasi mengenai sumber daya alam serta lokasinya sangat penting. Kebutuhan informasi ini tidak hanya menjadi kebutuhan masyarakat yang ada pada lokasi atau pada wilayah tertentu tetapi menjadi kebutuhan masyarakat indonesia secara luas. Selain itu, penggunaan SIG juga bertujuan untuk memudahkan dalam menganalisis kebutuhan dan tindakan untuk rehabilitasi hutan dan lahan daerah aliran sungai secara efektif, sehingga pembuatan peta secara manual dapat dihilangkan, khususnya yang berhubungan dengan perkembangan pengelolaan informasi dan produksi peta (Nugroho dan Prayogo, 2008). Setiabudi dan Pradika (2010) mencoba mendefinisikan tujuan dari SIG yaitu untuk mempermudah mendapatkan informasi yang telah diolah dan yang tersimpan sebagai atribut suatu lokasi atau obyek. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penggunaan lahan di Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis. Mamfaat penelitian

ini adalah sebagai bahan pertimbangan dan masukan bagi pemerintah daerah untuk dapat mengambil kebijakan dalam penyusunan Rencana Detil Tata Ruang (RDTR), memudahkan seseorang atau instansi untuk mengetahui peta penggunaan lahan yang baru, dan sebagai bahan masukan untuk penelitian lebih lanjut.

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu Penelitian

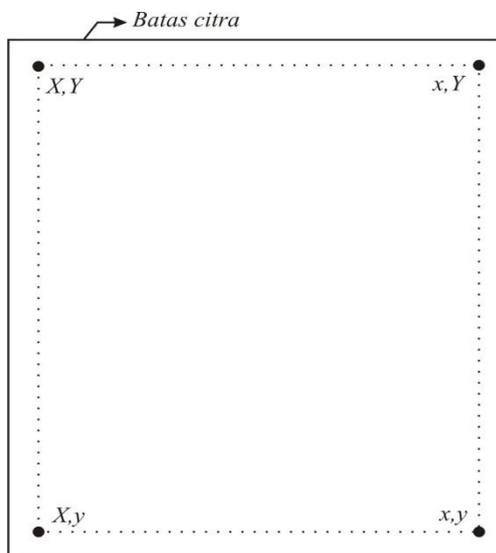
Penelitian dilakukan di Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara dan Pembuatan peta dilakukan di Laboratorium Penginderaan Jauh dan SIG Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi Manado. Penelitian dilakukan selama 3 bulan (Oktober – Desember 2016).

Alat dan Bahan

1. Citra yang diunduh dari *Image 2016 Digital Globe Google Earth* yang diakses melalui internet dari aplikasi *Google Earth* dalam bentuk digital format *Joint Photographic Experts Group (JPEG)* , digunakan sebagai sumber data dasar.
2. Peta Batas Kecamatan Kalawat, digunakan sebagai peta dasar untuk menentukan batas wilayah penelitian.
3. Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 50.000 lembar 2417-23 Manado terbitan BAKOSURTANAL, digunakan sebagai peta dasar dan orientasi medan dalam pengambilan sampel di lapangan.
4. *Global Positioning System (GPS)* tipe Garmin 76 Cx, sebagai alat bantu dalam menentukan titik koordinat di lapangan.
5. Satu unit perangkat komputer dengan aplikasi GIS *ArcMap 10,4* untuk pengolahan citra, digitasi dan layout peta.
6. Kamera dan alat tulis menulis.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Deskriptif yang terdiri dari survey lapangan dan *overlay* peta. Sebagai data dasar interpretasi dibutuhkan citra satelit, dalam penelitian ini citra yang digunakan adalah citra satelit yang diunduh dari *Image 2016 Digital Globe Google Earth* dalam format JPEG yang meliputi wilayah Kecamatan kalawat yang diakses melalui internet dari aplikasi *Google Earth*. Dalam proses pengambilan citra, terlebih dahulu dibuat 4 titik sekutu, titik-titik sekutu ini adalah titik-titik sebagai acuan dalam transformasi koordinat pada proses koreksi geometrik, ke 4 titik ini diletakkan sedemikian rupa sehingga titik-titik ini memiliki koordinat yang terstruktur berdasarkan referensi koordinat dari *Google Earth* (*Google Inc.*, 2016), penempatan ke 4 titik sekutu yang terstruktur dapat dilihat pada gambar 1. Setelah penempatan titik sekutu, citra diambil sesuai dengan batas wilayah penelitian dan resolusi yang diinginkan.



Gambar 1. Penempatan Titik-titik Sekutu

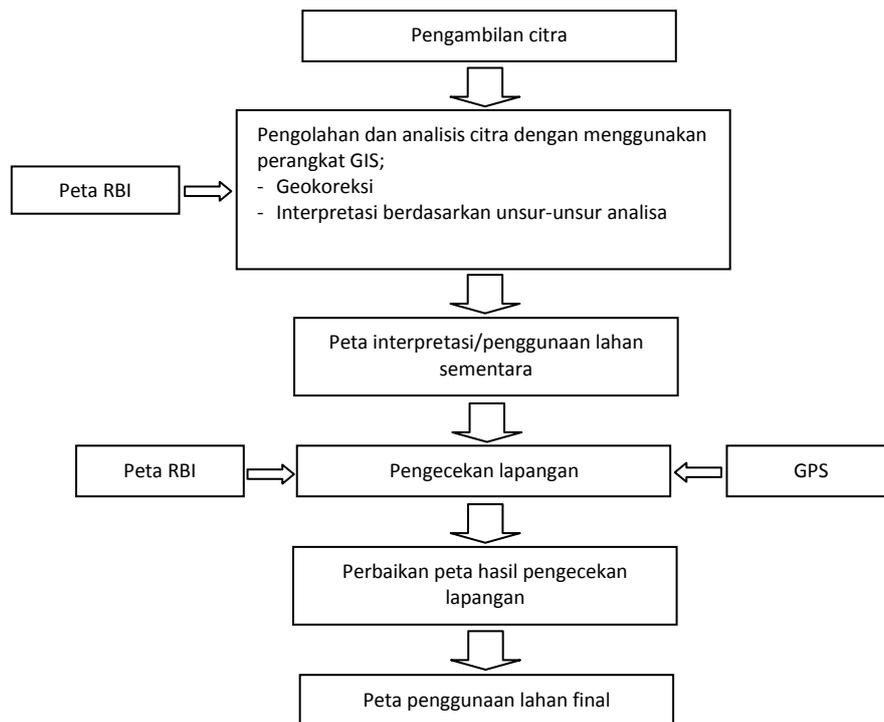
Sebelum dilakukan identifikasi citra, koreksi secara geometrik (geokoreksi) sangatlah dibutuhkan hal ini dikarenakan citra yang diambil belum sesuai dengan posisi sebenarnya di permukaan bumi. Proses koreksi geometrik ini mengacu pada koordinat-koordinat titik-titik sekutu

yang sudah dibuat sebelumnya dan sistem koordinat yang digunakan adalah *Universal Transverse Mercator* (UTM), sistem koordinat UTM Zone 51 digunakan untuk mempermudah perhitungan karena sistem koordinat UTM Zone 51 menggunakan satuan meter (m). Dalam penyesuaian titik koordinat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Global mapper 11*.

Untuk proses identifikasi/klasifikasi pada citra metode yang digunakan adalah *Visual On Screen Digitation* yang dilakukan lewat penampilan di layar monitor berdasarkan perbedaan tampilan citra (unsur-unsur interpretasi menurut Ekadinata dkk (2008)). Metode *Visual On Screen Digitation* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *ArcGIS 10,4*.

Untuk mencocokkan tipe penggunaan lahan hasil interpretasi dengan keadaan sebenarnya dilapangan maka dilakukan pengecekan/pengamatan (*ground truthing*) di lapangan yang meliputi batas-batas polygon dan pengkodean legenda peta (peta sudah berbentuk *hardcopy*). Pengamatan lapangan dilakukan dengan pendekatan *simple focus area* yang dapat mewakili daerah lain yang mempunyai kenampakan yang sama pada citra serta memfokuskan pengamatan dan pengecekan berdasarkan ketidak sesuaian antara hasil interpretasi dan informasi dari masyarakat. Proses pengamatan lapangan dibantu dengan *Global Positioning System* (GPS) dalam penentuan koordinat lokasi pengamatan dan peta.

Hasil akhir dari rangkaian penelitian ini dibuat dalam bentuk peta penggunaan lahan, adapun bagan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Identifikasi Penggunaan Lahan

HASIL DAN PEMBAHASAN

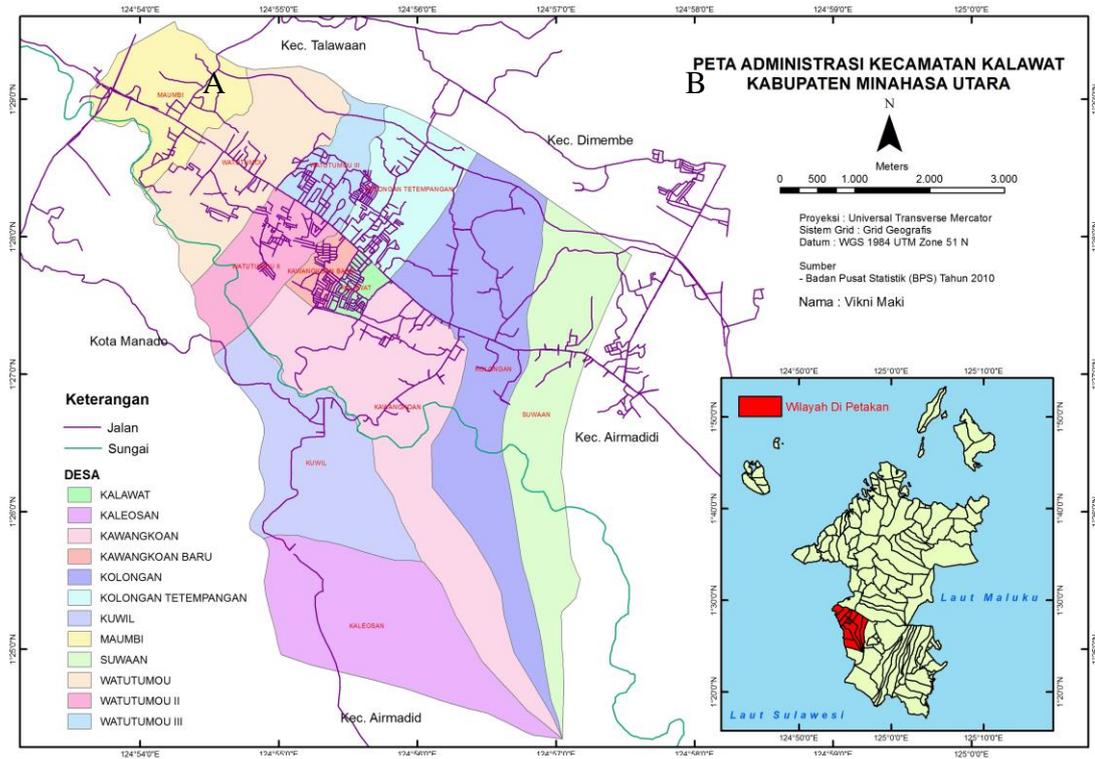
Keadaan Umum Wilayah Penelitian

Secara geografis Kecamatan Kalawat berada di Kabupaten Minahasa Utara terletak pada $1^{\circ}25'0''$ LU - $1^{\circ}20'0''$ LU dan $124^{\circ}54'0''$ BT - $124^{\circ}58'0''$ BT. Secara administrasi sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Talawaan dan Dimembe, sebelah timur Kecamatan Airmadidi, sebelah barat dengan Kota Manado, dan sebelah selatan dengan Kecamatan Airmadidi. Luas Kecamatan Kalawat adalah 3819,79 ha. Peta Administrasi Kecamatan Kalawat ditunjukkan pada Gambar 3.

Citra Yang Diunduh Dari Aplikasi Google Earth

Citra yang diunduh dari *Image 2016 Digital Globe Google Earth* dalam format digital JPEG (*Joint Photographic Experts Group*).

Gambar 4 pada bagian A memperlihatkan keseluruhan citra yang diunduh dari *Image 2016 Digital Globe Google Earth*, sedangkan pada Gambar 4 bagian B memperlihatkan kedetailan gambar pada pembesaran 100% dari salah satu bagian pada citra yang diunduh dari aplikasi *Google Earth*. Kedetailan gambar dalam format JPEG sangat membantu dalam proses identifikasi dengan menggunakan metode *Visual On Screen Digitation*. Pada tahapan geokoreksi, koordinat 4 titik sekutu yang dibuat dapat dilihat pada Tabel 2. Setelah melalui tahapan geokoreksi menggunakan perangkat lunak *Global Mapper* dengan sistem koordinat Universal Transverse Mercator (UTM) *Zone 51* batas-batas citra di permukaan bumi (posisi sebenarnya) dapat dilihat pada Tabel 3. Lokasi penempatan titik-titik sekutu tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 3. Peta Administrasi Kecamatan Kalawat



Gambar 4. Citra yang diunduh dari *Image 2016 Digital Globe Google Earth* format JPEG. (A) Interpretasi dari ketinggian 16,78 km. (B) Sebagian wilayah yang diperbesar 100% dari gambar A.

Tabel 2. Titik-Titik Sekutu

Id	X	Y
1	710529 m N	165761 m E
2	718701 m N	161535 m E
3	718677 m N	155521 m E
4	710538 m N	155515 m E

Tabel 3. Batas Koordinat Citra di Permukaan Bumi

No.	Keterangan	Koordinat UTM
1	Batas atas	165602 m E
2	Batas bawah	155652 m E
3	Batas kanan	718660 m N
4	Batas kiri	710667 m N

Keakuratan Koordinat Citra

Tingkat akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) koordinat tanah (hasil pengukuran lapangan) dengan koordinat peta (citra) hasil koreksi geometrik ditentukan oleh kesalahan rata-rata akar kuadrat (RMSE). Dalam penelitian ini digunakan 7 titik kontrol tanah yang di distribusikan secara menyebar disesuaikan dengan titik/lokasi yang mudah dikenali baik itu pada citra (peta) maupun di lapangan. Lokasi penyebaran titik kontrol tanah dapat dilihat pada gambar 5.

Citra yang diunduh dari *Image 2016 Digital Globe Google Earth* dalam format digital JPEG memiliki luas 7953,03 ha yang didapat dari perhitungan dengan menggunakan rumus :

$$Luas = (batas\ atas - batas\ bawah) \times (batas\ kanan - batas\ kiri)$$

Adapun titik kontrol tanah dan besar RMSE dapat dilihat pada tabel 4, rata-rata tingkat akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) koordinat tanah (hasil pengukuran lapangan) dengan koordinat peta (citra) hasil koreksi geometrik (RMSE) adalah sebesar 0,02 m. RMS yang diijinkan bila penghitungan dilakukan berdasarkan standar akurasi

skala peta maka untuk peta skala 1 : 20.000 atau yang lebih besar adalah 6,14 m (Richards, 1986 dalam Azmy Zul, 1999) sehingga hasil dari RMSE rata-rata sebesar 0,02 m telah memenuhi persyaratan tersebut.

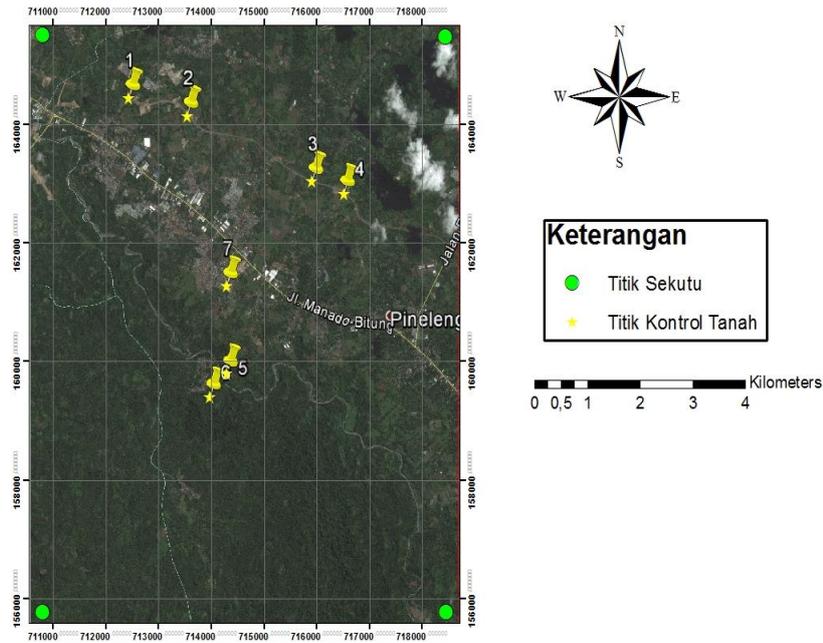
Nilai RMSE terbesar adalah 0,02 m. Besarnya RMSE dari masing-masing titik ditentukan oleh ketepatan penempatan GPS pada titik kontrol dan kesalahan pada GPS (hambatan di atmosfer yang memperlambat penerimaan signal GPS).

Tipe Penggunaan Lahan Kecamatan Kalawat

Dari hasil identifikasi melalui proses *visual on screen digitation* terdapat 7 tipe perbedaan kenampakan obyek pada citra. Ke 7 tipe perbedaan kenampakan obyek pada citra kemudian diklasifikasikan menjadi 7 tipe penggunaan lahan, dapat dilihat pada tabel 5.

Luas masing-masing tipe penggunaan lahan di Kecamatan Kalawat dapat dilihat pada tabel 6. Tipe penggunaan lahan hasil identifikasi di Kecamatan Kalawat.

Dari hasil identifikasi total luas Kecamatan Kalawat adalah 3819,79 ha, dengan tipe penggunaan lahan yang paling luas sebesar 3027,27 ha (79,25%) pada tipe penggunaan lahan yang paling kecil seluas 16,23 ha (0,42). Peta penggunaan lahan Kecamatan Kalawat dapat dilihat pada Gambar 13. Kecamatan Kalawat memiliki lahan pertanian dan perkebunan (Sawah Irigasi, Tambak Ikan, Perkebunan Kelapa, dan Perkebunan Campuran) seluas 3409,71 ha apabila dimanfaatkan dengan baik hal ini dapat meningkatkan perekonomian masyarakat di Kecamatan Kalawat. Luas pemukiman di Kecamatan Kalawat 410,08 ha. Panjang Jalan yang ada di Kecamatan Kalawat 218,72 km. Jalan beraspal diantaranya adalah jalan penghubung antara kota Kecamatan yang kondisinya masih baik. Panjang Sungai yang ada di Kecamatan Kalawat 35,37 km.



Gambar 5. Lokasi Titik Sekutu dan Titik Kontrol Tanah Pada Citra

Tabel 4. Titik kontrol tanah dan hasil RMSE

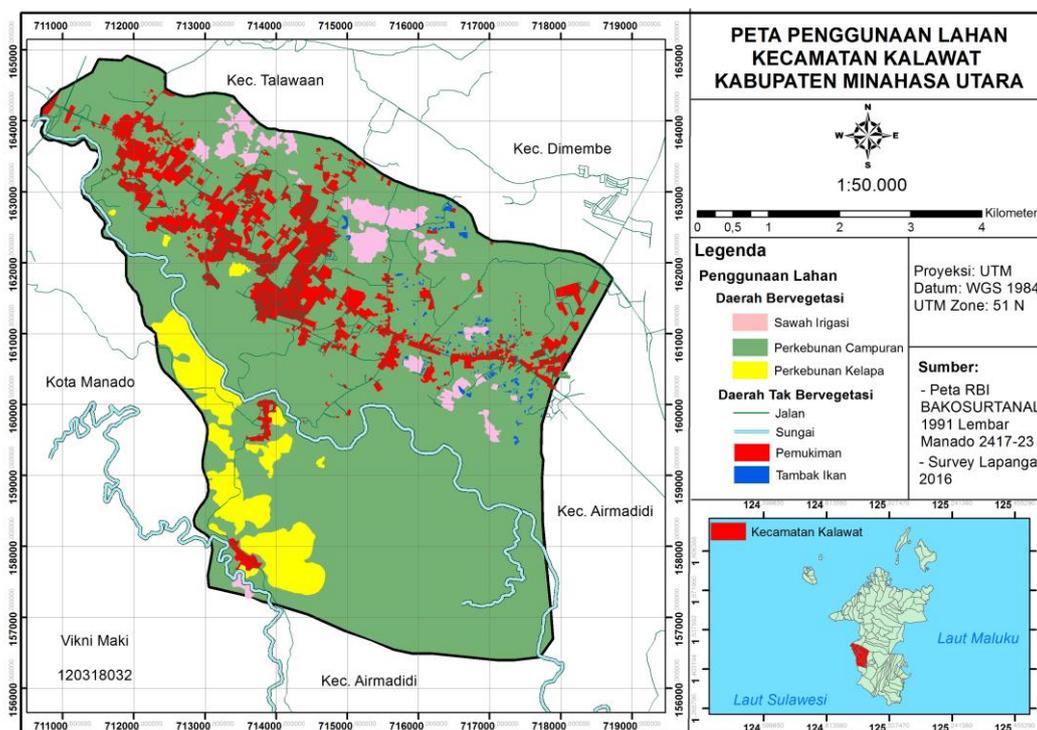
Titik	Koordinat Lapangan		Koordinat Peta		RMSE (m)
	Xr	Yr	Xi	Yi	
1	712438 m E	164443 m N	712438 m E	164442 m N	0,01
2	713543 m E	164149 m N	713543 m E	164148 m N	0,02
3	715913 m E	163042 m N	715913 m E	163041 m N	0,02
4	716511 m E	162832 m N	716510 m E	162831 m N	0,01
5	714295 m E	159794 m N	714295 m E	159793 m N	0,02
6	713975 m E	159404 m N	713975 m E	159403 m N	0,01
7	714295 m E	161274 m N	714295 m E	161274 m N	0,02
Rata-rata					0,02

Tabel 5. Klasifikasi Tipe Penggunaan Lahan di Kecamatan Kalawat

Tipe	Lapangan	Penggunaan Lahan	Kode Peta
1	Jalan	Jalan	1
		Sawah	2
2	Sawah Irigasi	Irigasi	3
		Perkebunan	
3	Campuran	Campuran	4
		Tambak	
4	Tambak Ikan	Ikan	5
		Sungai	
5	Sungai	Sungai	6
		Perkebunan	
6	Kelapa	Kelapa	7
7	Pemukiman	Pemukiman	

Tabel 6. Tipe Penggunaan Lahan Berdasarkan Luas.

Uraian	Luas (ha)	%
Perkebunan		
Campuran	3027,27	79,25
Pemukiman	410,08	10,74
Perkebunan Kelapa	239,59	6,27
Sawah Irigasi	126,62	3,32
Tambak Ikan	16,23	0,42
Jumlah	3819,79	100



Gambar 6. Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Kalawat

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa SIG mempunyai kemampuan untuk menghubungkan berbagai data pada suatu titik tertentu di bumi, menggabungkannya, menganalisis dan akhirnya memetakan hasilnya. Data yang akan diolah pada SIG merupakan data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis dan merupakan lokasi yang memiliki sistem koordinat tertentu, sebagai data referensinya. Terdapat 7 tipe penggunaan lahan yang ada di Kecamatan Kalawat yaitu Jalan, Pemukiman, Perkebunan Kelapa, Perkebunan Campuran, Sawah Irigasi, Tambak Ikan dan Sungai. Luas Kecamatan Kalawat adalah 3819,79 ha dengan tipe penggunaan lahan Perkebunan Campuran 3027,27 ha (79,25%), Pemukiman 410,08 ha (10,74%), Perkebunan Kelapa 239,59 ha (6,27%), Sawah Irigasi 126,62 ha (3,32%) dan Tambak Ikan 16,23 ha (0,42%). Kecamatan Kalawat memiliki panjang jalan 218,72 km dan panjang sungai 35,37 km.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmy Zul, 1999. Ketelitian Citra Spot Pankromatik Untuk Pengukuran Luas Lahan. *Jurnal Natur Indonesia II (1): 93 - 103*
- Ekadinata, A. S. Dewi, D. P. Hadi, D. K. Nugroho, dan F. Johana. 2008. *Sistem Informasi Geografis Untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis Sumber Daya Alam*. Word Agroforestry Centre. Bogor.
- Colwell, R. N. 1984. *The Visible Portion of The Spectrum, In Remote Sensing of Environment*. London.
- Google, Inc.. 2016. *Google Earth On Line Manual*. Google, Inc. USA.
- Kainz, 1997. *Introduction to GIS, Internasional Institute For Aerospace Survey and Earth*.
- Nugroho, S. P dan Prayogo, T 2008. *Penerapan SIG Untuk Penyusunan dan Analisis Lahan Kritis Pada Satuan Wilaya DAS Agam kuantan, propinsi Sumatra Barat*. *Jurnal*

Teknologi Lingkungan 9 (2) : 130-140.

Robi`in, B. 2008. Sistem Informasi Geografis Sumber Daya Alam Indonesia Berbasis Web. Jurnal Informatika 2(2) : 228-233.

Sitorus, J. Dkk 2006. Kajian Model Deteksi Perubahan Penutup Lahan Menggunakan Data Indraja Untuk Aplikasi Perubahan Lahan Sawah.

Sutanto, 1986. Penginderaan Jauh Jilid I. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Setiabudi, S dan Pradika, M.F.A 2010. Sistem Informasi Geografi Hutan Penelitian Petak 93 Gunung Kidul. Jurusan Diploma III Teknik Informatika STIKOM AMIKOM Yogyakarta. Yogyakarta.