

PEMBUATAN PETA PENUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN FOTO UDARA YANG DIBUAT DENGAN PARAMOTOR DI TAMAN NASIONAL LORE LINDU (TNLL) (STUDI KASUS DESA PAKULI KECAMATAN GUMBASA KABUPATEN SIGI)

Nur Rizky Amelia¹, Akhbar², Ida Arianingsih²

Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako
Jl. Soekarno-Hatta Km. 9 Palu, Sulawesi Tengah 94118

¹Mahasiswa Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako

²Staf Pengajar Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako

Abstract

The research was conducted on Lore Lindu National Park (LLNP) around Pakuli Village, Gumbasa, District of Sigi from February to April 2014. The objectives of the study is to establish land cover maps through aerial photograph interpretation as the basis for the park management in the future. The methods used were correction, mosaic and interpretation from the aerial photographs taken. To validate the results, site observation was conducted followed by the analysis of land cover maps and their existing sizes. Based on the established maps recorded through paramotor, the size of land cover of the Pakuli Village 2014 ha can be described as 98.95 rice field (28.28%), 83.54 ha secondary forest (23.80%), 77.44 ha primary forest (22.13%), 13 coconut plantation (3.72%), 4.79 ha bush (1.37%), 14.73 ha rivers (4.21%), 33.74 ha open land (9.64%).

Keywords: land cover, aerial photographs, Lore Lindu National Park, paramotor

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lahan merupakan sumberdaya alam yang hampir tidak terbaharui dan jumlahnya terbatas. Padahal jumlah manusia yang ingin menggunakan lahan terus menerus bertambah (Widiatmaka, 2007). Sejalan dengan pertumbuhan penduduk maka terjadi perubahan penutupan lahan. Perubahan penutupan lahan terjadi karena manusia yang mengubah lahan pada waktu yang berbeda (Lillesand dan Kiefer, 1993 dalam Khalil 2009).

Perubahan penutupan lahan mengakibatkan pengurangan hutan. Luas tutupan hutan Indonesia pada tahun 2000 adalah 103,33 juta ha. Luas tutupan hutan ini pada tahun 2009 berkurang menjadi 88,17 ha atau telah mengalami deforestasi seluas 15,15 juta ha. Dengan demikian, laju deforestasi Indonesia pada kurun waktu ini adalah sebesar 2,51 juta ha per tahun (Sumargo dkk, 2011).

Seperti yang diketahui selama ini, sering terjadi masalah penggunaan lahan pada kawasan Taman Nasional, tidak terkecuali pada kawasan Taman Nasional

Lore Lindu (TNLL). Seringkali terjadi perebutan lahan untuk kepentingan konservasi dan kepentingan masyarakat, pertumbuhan penduduk yang kurang terkontrol mengakibatkan kurangnya kebutuhan lahan untuk pemukiman, fasilitas sosial, kebun, ladang dan sebagainya, sehingga masalah perubahan penutupan lahan ini perlu mendapat perhatian khusus.

Perubahan penutupan lahan yang terjadi secara terus menerus itu dapat kita amati pada peta penutupan lahan. Pada kenyataannya pembuatan peta penutupan lahan merupakan pekerjaan yang sangat rumit karena menyangkut potensi sumberdaya alam.

Pentingnya dilakukan pemetaan di kawasan TNLL di Desa Pakuli yaitu karena berdasarkan Laporan Zonasi TNLL (2009) Desa Pakuli termasuk dalam zona rimba. Zona ini adalah bagian taman nasional yang karena letak, kondisi dan potensinya mampu mendukung kepentingan pelestarian pada zona inti dan zona pemanfaatan serta zona-zona lainnya.

Pembuatan peta penutupan lahan akan sangat mahal pembuatannya yaitu sekitar 497\$ untuk peta topografi dengan skala foto

1:20.000 dan skala peta 1:50.000 (Sarbini, 1982 *dalam* Akhbar, 2004). Sehingga dipilih satu cara yang dapat digunakan untuk pembuatan peta penutupan lahan yaitu dengan memanfaatkan foto udara.

Citra foto ini didapatkan dengan cara memotret menggunakan sebuah wahana atau alat transportasi biasanya berupa balon udara, pesawat udara, dll. Pemotretan ini dilakukan dengan menentukan tujuan pemotretan disesuaikan dengan tujuan pemetaan pula, menentukan jalur penerbangan, dan menentukan arah penerbangan. Dengan bantuan kamera udara dan pesawat udara ini, maka pemotretan dapat dilakukan. (Wicaksono, 2009).

Dalam hal ini pemanfaatan foto udara yang dibuat menggunakan pengembangan dari olahraga paralayang atau sering disebut dengan olahraga terjun gunung atau pengembangan dari paralayang itu sendiri, hanya saja ditambahkan mesin sebagai alat pendorong yang disebut paramotor (Umar, 2011). Hal ini dimaksudkan agar teknik pengumpulan data, perencanaan maupun pembuatan peta penutupan lahan, menjadi cepat dan murah, serta optimal pemakaiannya.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat dikemukakan dalam penelitian ini adalah bagaimana cara membuat peta penutupan lahan yang cepat, murah dan memenuhi syarat kartografis yang ditentukan untuk mengetahui tutupan lahan di Desa Pakuli dalam hal ini mengacu dari TNLL, dengan memanfaatkan foto udara yang dibuat menggunakan paramotor.

Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dan kegunaan dari penelitian ini adalah membuat peta penutupan lahan di Desa Pakuli dengan memanfaatkan foto udara yang dihasilkan dari paramotor dan memperoleh informasi tutupan lahan di Desa Pakuli melalui hasil interpretasi menggunakan foto udara, dimana hasil tersebut dapat dijadikan informasi penting untuk pertimbangan dalam pengambilan keputusan untuk pengelolaan kawasan hutan dalam wilayah TNLL.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2014 sampai dengan April 2014 di TNLL di Desa Pakuli Kecamatan Gumbasa Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Peta Rupa Bumi (RBI) tahun 1999 dan citra foto udara tahun 2014 berskala 1:25.000 yang diambil menggunakan wahana paramotor.

Alat yang digunakan adalah komputer beserta perlengkapannya, perangkat lunak, pengolahan citra. Arc.GIS 10, GPS (*Global Positioning System*), kamera digital dan alat Tulis

METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan Data

Jenis data terdiri atas data primer berupa foto udara hasil perekaman menggunakan paramotor serta hasil pengambilan data menggunakan GPS berupa titik koordinat (titik ikat) langsung pada lahan yang dijadikan objek pengamatan serta data sekunder berupa Peta Rupa Bumi (RBI) dan beberapa data penunjang lainnya.

Koreksi Foto Udara

Menurut Mather (1987) *dalam* Ambodo dan Jatmiko (2012) koreksi geometrik adalah transformasi foto udara hasil penginderaan jauh sehingga foto udara tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi. Koreksi ini dilakukan karena citra hasil rekaman mempunyai berbagai kesalahan. Ada dua kesalahan geometris yaitu kesalahan sistimatis dan kesalahan non sistimatis yang disebabkan oleh variasi ketinggian dan posisi (Lillesand, *et al.*, 2007) *dalam* Ambodo dkk, 2012).

Dalam tahap ini koreksi foto udara, merupakan pengolahan awal sebelum proses interpretasi. Dalam kegiatan ini ada dua koreksi foto udara yaitu koreksi geometrik dan koreksi radiometrik.

Mosaik Foto Udara

Pada tahap ini dilakukan penggabungan foto udara yang saling berhubungan

sehingga menjadi foto udara yang utuh dan menampilkan daerah yang lebih luas.

Interpretasi Foto Udara

Pada tahap ini dilakukan interpretasi foto udara yaitu mengidentifikasi obyek yang tergambar pada foto udara tersebut. Adapun interpretasi foto udara menurut Keputusan Kepala Badan Planologi Kehutanan No. SK.04/VII-PW/2005 tanggal 18 November 2007 adalah Hutan *Virgin Forest* dan *Logged Over Area (LOA)* dan tidak berhutan yaitu tanaman (perkebunan, belukar muda dan semak, lahan pertanian, tanah terbuka, permukiman dan lain-lain).

Proses klasifikasi ini menghasilkan peta klasifikasi penutupan lahan sementara.

Pengecekan lapangan dan pengambilan titik koordinat (titik ikat)

Sebelum pembuatan peta penutupan lahan, maka perlu dilakukan pengecekan lapang yang bertujuan untuk mengetahui kebenaran penutupan lahan berdasarkan hasil interpretasi. Pengecekan lapang juga bertujuan untuk menambah informasi yang tidak diperoleh dari foto udara. Selanjutnya dilakukan pengambilan titik koordinat (titik ikat) dengan GPS. Pengambilan titik koordinat (titik ikat) dilakukan pada titik sampel yang telah ditetapkan dipeta.

Pembuatan Peta Penutupan Lahan

Penutupan lahan berhubungan dengan vegetasi atau konstruksi oleh manusia yang menutupi permukaan tanah (Baja, 2012). Peta penutupan lahan merupakan hasil dari proses interpretasi pada foto udara. Pada penelitian ini menggunakan klasifikasi teracu (*Supervised classification*) yaitu mengklasifikasikan dengan memasukkan piksel (*pixel*) citra tersebut ke dalam suatu kategori objek yang sudah diketahui (Akhbar, 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Koreksi Geometrik dan Koreksi Radiometrik Pada Foto Udara

Koreksi geometrik dilakukan untuk mendapatkan foto udara dengan proyeksi dan koordinat yang benar, namun dalam penelitian ini koreksi geometrik untuk memperoleh foto udara dengan proyeksi dan koordinat seperti yang di peta dilakukan setelah mosaik foto udara.

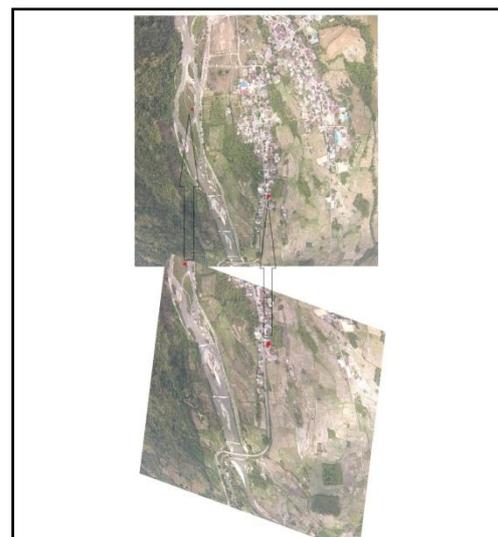
Koreksi geometrik ini juga dilakukan karena adanya gangguan berupa getaran dari mesin perekam yang dapat diatasi dengan memakai peredam atau tempat kamera. Gangguan selanjutnya terjadi karena penggunaan lensa cembung pada kamera yang menyebabkan gambar yang diambil dengan kamera tersebut menjadi cembung hal ini dapat dikoreksi dengan membuang bagian cembung tersebut dengan cara memotongnya.

Dalam penelitian ini tidak dilakukan koreksi radiometrik berupa penajaman foto udara karena foto udara yang dihasilkan dari perekaman menggunakan paramotor sudah cukup jelas dan bisa langsung digunakan untuk pembuatan peta.

Mosaik

Mosaik merupakan proses untuk menyambungkan beberapa foto udara ke dalam satu foto udara yang utuh. Pembuatan foto udara yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan mosaik tidak terkontrol. Hal ini dilakukan karena foto udara yang digunakan merupakan foto udara tegak yang diambil dari rekam udara dan belum direktifikasi serta belum diseragamkan skalanya.

Mosaik dilakukan dengan cara menggabungkan foto yang satu dengan yang lainnya dengan cara menandai bagian bagian yang sama pada foto. Mosaik foto udara tersebut dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Foto Udara Yang Akan di Mosaik

Pada gambar yang terlihat di atas bagian foto yang telah ditandai adalah bagian atau titik yang menyambungkan foto yang satu dengan yang lain. Setelah itu dilakukan penyambungan foto menggunakan program ArcGIS. Kemudian foto yang satu dan yang lainnya dibuka dan diaktifkan menggunakan program ArcGIS.



Gambar 2. Foto Udara Yang Sudah Tersambung

Proses ini kemudian dilanjutkan dengan menyambungkan foto selanjutnya sehingga menjadi peta foto sehingga terbentuk semua daerah yang akan dipetakan. Mosaik foto udara ini menggunakan 25 foto udara yang berbeda sehingga terbentuk peta foto yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan peta penutupan lahan. Setelah melakukan mosaik pada 25 foto udara dan terbentuk peta foto maka dilakukan rektifikasi terlebih dahulu.

Rektifikasi merupakan proses transformasi data, dari data yang belum mempunyai koordinat geografis menjadi data yang akan mempunyai koordinat geografi (georeferensi). Data yang sudah direktifikasi selanjutnya dapat ditumpang susunkan atau dioverlaykan dengan beberapa data lain yang sudah terekftifikasi lebih dulu seperti data raster/image (foto udara, citra satelit atau peta scan dengan data spasial) di dalam GIS. (GIS Konsorsium Aceh Nias, 2007).

Untuk keperluan rektifikasi citra, dibutuhkan beberapa koordinat titik kontrol lapangan sebagai bagian dari titik sekutu. Koordinat titik kontrol lapangan ini dapat

diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan dengan GPS atau interpolasi dari peta dasar yang sudah ada. Untuk hasil rektifikasi yang baik, harus menyebarkan secara merata titik kontrol dibandingkan dengan hanya memusatkannya dalam satu area (GIS Konsorsium Aceh Nias, 2007).

Menurut Badan Planologi Kehutanan (2006) dalam Suriani (2014) tujuan rektifikasi yaitu untuk membangun basis data sebuah pemodelan SIG. Untuk identifikasi sampel yang mengacu pada koordinat peta, untuk membuat foto berskala tepat, untuk keperluan tupang susun (*overlay*) sebuah citra dengan data vektor dan mengidentifikasi sebuah lokasi geografis secara teliti.

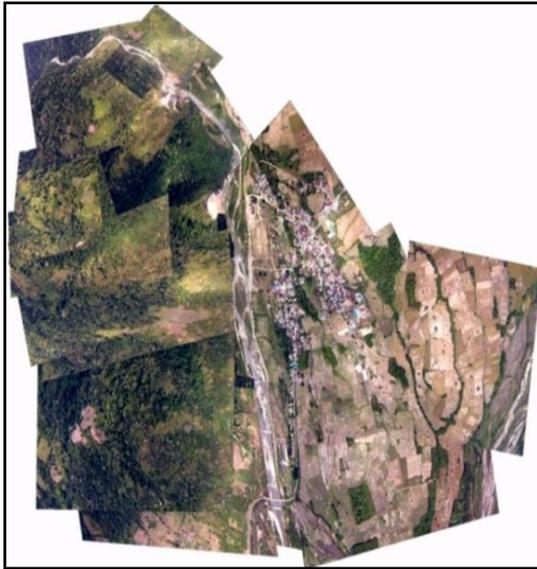
Dalam penelitian ini, dilakukan pengambilan titik koordinat lapangan menggunakan GPS yang dimanfaatkan sebagai titik ikat peta foto. Titik koordinat yang diambil merupakan titik yang tidak akan berubah dalam waktu dekat. Pengambilan titik koordinat ini menggunakan sistem UTM (*Universal Transverse Mercator*). Dibutuhkan 5 titik koordinat untuk dijadikan titik ikat dalam penelitian ini.

Tabel 1. Koordinat Pengikat Pada Foto

No	X	Y	Keterangan
1	828285	9864456	Pertigaan dekat lapangan Desa Pakuli
2	828317	9864579	Titik Sudut Lapangan kiri selatan Desa Pakuli
3	827778	9864656	Pertigaan al-khairat Desa Pakuli
4	827708	9865470	batas desa/jembatan Desa Pakuli
5	827269	9865167	belokan jalan setapak Desa Pakuli

Titik koordinat yang diambil menggunakan GPS ini, kemudian diolah terlebih dahulu dalam program Excel sebelum dimasukkan ke program GIS untuk dijadikan titik ikat peta foto. Peta foto yang

belum dan sudah terektifikasi dapat dilihat pada gambar 4 dan 5:



Gambar 3. Foto Udara yang Belum Terektifikasi



Gambar 4. Foto Udara Yang Sudah Terektifikasi

Interpretasi Foto Udara

Interpretasi foto udara dilakukan secara visual yang selanjutnya mengklasifikasikan objek yang telah dikenali atributnya dilanjutkan dengan proses penetapan sampel objek sebagai acuan dalam proses klasifikasi objek pada foto udara. Objek pada foto udara ini berupa atribut hutan, belukar, rumput, semak, dan liputan lahan lainnya (Akhbar, 2011). Klasifikasi penutup lahan adalah upaya pengelompokan berbagai jenis penutup lahan/ penggunaan lahan ke dalam

suatu kesamaan sesuai dengan sistem tertentu. Klasifikasi penutup lahan/penggunaan lahan digunakan sebagai pedoman atau acuan dalam proses interpretasi citra penginderaan jauh untuk tujuan pemetaan penutup lahan/penggunaan lahan (Sitorus, dkk, 2006 dalam Rahmi 2009).

Interpretasi foto udara dilakukan untuk mengidentifikasi obyek yang tergambar pada foto udara yang sudah dimosaik menggunakan 25 foto udara yang diambil menggunakan paramotor. Proses interpretasi foto udara ini dilakukan dengan klasifikasi manual yang didasarkan pada 23 kelas penutupan lahan sebagai standar klasifikasi penafsiran. Berdasarkan warna yang terlihat pada foto udara dapat diketahui objek apa saja yang teridentifikasi, maka penutupan lahan yang ada di Desa Pakuli sendiri terdiri dari 8 jenis yaitu:

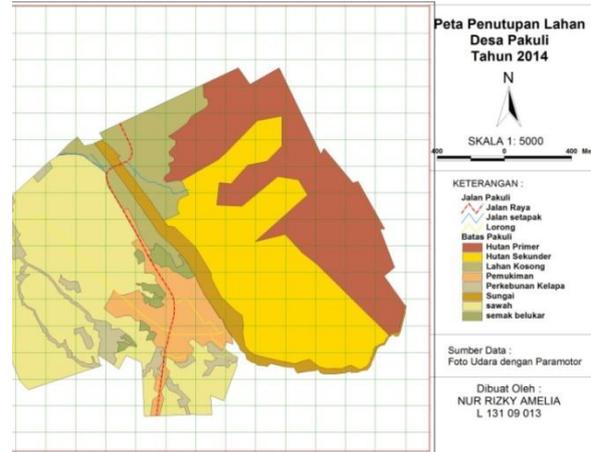
1. Hutan primer lahan kering merupakan seluruh kenampakan hutan di daerah rendah, perbukitan, pegunungan, yang belum menampakan penebangan, termasuk vegetasi rendah alami yang tumbuh di atas batuan.
2. Hutan sekunder, merupakan seluruh kenampakan hutan di daerah rendah, perbukitan dan pegunungan yang telah menampakan bekas penebangan (kenampakan alur pembalakan dan bercak bekas penebangan). Bekas penebangan yang parah tetapi tidak termasuk areal HTI, perkebunan atau pertanian.
3. Sawah, merupakan seluruh aktivitas pertanian lahan basah yang dicirikan oleh pola pematang kecuali tambak dan tambak garam.
4. Perkebunan, seluruh kawasan perkebunan baik yang sudah ditanami maupun yang belum (masih berupa lahan kosong).
5. Permukiman, kawasan permukiman baik perkotaan, pedesaan, pelabuhan, bandara, industri dll, memperlihatkan pola alur jalan yang rapat.
6. Semak belukar, kawasan bekas hutan lahan kering yang telah tumbuh kembali, didominasi vegetasi rendah dan tidak menampakan lagi bekas alur bercak penebangan.

7. Tubuh air , seluruh kenampakan perairan, termasuk laut, sungai, danau, waduk, terumbu karang dan lamun (lumpur pantai. Khusus kenampakan tambak di tepi pantai dimasukkan ke kelas tambak.
8. Lahan terbuka, seluruh kenampakan lahan terbuka tanpa vegetasi (singkapan batuan puncak gunung, kawah vulcan, gurun pasir dan pasir pantai). Tanah terbuka bekas kebakaran dan tanah terbuka yang ditumbuhi rumput/alang-alang. Kenampakan lahan terbuka untuk pertambangan dimasukkan ke kelas pertambangan, sedangkan lahan terbuka bekas *land clearing* dimasukkan ke kelas pertanian, perkebunan atau hutan tanaman (Dirjen Planologi Kehutanan 2009 dalam Akhbar 2014).

Data mengenai luas berbagai tipe penutupan lahan di Desa Pakuli pada tahun 2014 yang dihasilkan dari klasifikasi foto udara yang diambil menggunakan paramotor dapat dilihat pada peta foto udara dan peta penutupan lahan di Desa Pakuli dapat dilihat pada gambar 6 dan 7 serta pada tabel 3 berikut ini:



Gambar 5. Citra Foto Desa Pakuli



Gambar 6. Peta Penutupan Lahan Desa Pakuli Tahun 2014

Tabel 2. Hasil perhitungan luas penutupan lahan di Desa Pakuli

No	Penutupan lahan	Luas (Ha)	(%)
1	Hutan Primer	77,44	22,13
2	Hutan Sekunder	83,54	23,88
3	Sawah	98,95	28,28
4	Kebun Kelapa	13	3,72
5	Pemukiman	23,68	6,77
6	Semak belukar	4,79	1,37
7	Tubuh Air (Sungai)	14,73	4,21
8	Lahan terbuka	33,74	9,64
	Total	326,19	100

Pada foto udara tersebut hutan primer memiliki kenampakan warna hijau yang sangat banyak dan kenampakan polanya yang berkelompok diantara penutupan lahan yang lainnya. Tipe penutupan lahan hutan primer memiliki luas mencapai 77,44 ha yang menempati 22,13% dari luas keseluruhan. Hutan primer memiliki pola berkelompok yang menempati bagian timur Desa Pakuli.

Hutan sekunder merupakan dominan kedua pada penutupan lahan Desa Pakuli. Hutan sekunder merupakan kenampakan hutan yang telah menampakan bekas tebangan. Pada peta foto tersebut hutan sekunder memberikan kenampakan warna hijau dengan pola yang juga berkelompok antara sungai dan hutan primer. Hutan sekunder mempunyai luas 83,54 ha yang menempati 23,88% dari luas total.

Sawah merupakan tipe penutupan lahan yang paling luas pada penutupan lahan Desa Pakuli. Sawah ini memiliki pola yang berkelompok dan terletak diantara perkebunan dan semak belukar serta memberikan kenampakan warna coklat muda pada gambar. Sawah merupakan tipe penggunaan lahan yang memiliki wilayah terluas yaitu 98,95 ha atau sebesar 28,28% dari seluruh total luas penutupan lahan di Desa Pakuli.

Kebun kelapa pada foto udara ini memiliki karakter bentuk pola juga berkelompok, terletak di antara sawah, semak belukar dan pemukiman. Kenampakan warna yang dihasilkan pada gambar yaitu warna hijau. Perkebunan kelapa banyak ditemukan di tengah persawahan yang berfungsi membatasi sawah yang ada di Desa Pakuli. Perkebunan kelapa memiliki luas 13 ha atau 3,72%.

Pemukiman pada foto udara ini mempunyai pola berkelompok hingga menyebar bentuknya kotak-kotak menyebar dengan kenampakan warna yang dihasilkan yaitu merah, biru dan putih. Tipe penutupan lahan ini memiliki luas 23,68 ha dan menempati 6,77% dari total keseluruhan. Semak belukar pada foto udara ini mempunyai pola menyebar terletak di antara pemukiman, persawahan dan perkebunan. Semak belukar didominasi tumbuhan tingkat rendah dengan kenampakan warna yang dihasilkan hijau. Tipe semak mempunyai luas sebesar 4,79 ha atau 1,36%.

Tipe penutupan lahan selanjutnya yaitu sungai atau badan air yang mempunyai pola bersatu terletak di antara pemukiman dan hutan dan memiliki kenampakan warna putih yang sangat banyak. Jenis penutupan lahan ini mempunyai luas sebesar 14,73 ha dan menempati 4,21%. Jenis penutupan lahan terakhir yaitu lahan terbuka yang memiliki luas 33,74 ha yang menempati 9,64% dari luas keseluruhan Desa Pakuli.

Dari jumlah persentasi penutupan lahan di Desa Pakuli dapat diketahui bahwa hutan primer menjadi lebih sedikit dari hutan sekunder, ada beberapa bagian hutan yang telah menjadi lahan terbuka yang dapat dilihat dari areal hutan yang menampakan bekas penebangan dan kosongnya beberapa bagian dari areal hutan tersebut. Hal ini menyebabkan terganggunya ekosistem kawasan TNLL yang dapat mengancam keseimbangan sumberdaya lahan dan lingkungan. Hal ini terjadi diakibatkan perambahan hutan yang dilakukan, seperti eksploitasi hutan secara ilegal, dan berubahnya lahan hutan menjadi lahan pertanian oleh masyarakat sekitar TNLL. Faktor-faktor yang mendukung terjadinya hal tersebut karena bertambahnya jumlah penduduk khususnya di sekitar TNLL, mudahnya akses masuk ke hutan yang berada di Desa Pakuli yang lokasinya memang tidak jauh dari pemukiman warga Desa Pakuli. Hal ini juga disebabkan semakin bertambahnya jumlah penduduk di Desa Pakuli sehingga kebutuhan akan lahan juga akan semakin tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembuatan peta penutupan lahan menggunakan foto udara hasil perekaman menggunakan paramotor dihasilkan peta penutupan lahan di dalam dan di luar Taman Nasional Lore Lindu di Desa Pakuli tahun 2014, sawah seluas terbesar yaitu 98,95 ha (28,28%), hutan primer 77,44 ha (22,13%), hutan sekunder 83,54 ha (23,8%), kebun kelapa 13 ha (3,72%), semak 4,79 ha (1,37%), sungai (badan air) 14,73 ha (4,21%) dan lahan terbuka 33,74 ha (9,64%).

DAFTAR PUSTAKA

- Akhbar, 2004. *Penafsiran Foto Udara dan Citra Untuk Bidang Kehutanan*. Tadulako University Press. Palu.
- Akhbar, 2011. *Analisis Citra dan Pemetaan Digital Sumber Daya Hutan Dan Lahan*. Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako. Tidak Dipublikasikan. Palu.
- Akhbar, 2014. *Pemodelan Sistem Analisis Penggunaan Lahan Berbasis Citra Satelit*. Disertasi. Pasca Sarjana Universitas Tadulako. Tidak Dipublikasikan.
- Ambodo A.P, dan R.H. Jatmiko., 2012. *Aplikasi Penginderaan Jauh untuk Identifikasi sebaran Batubara Permukaan di Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan*. *Jurnal Bumi Indonesia*, (1), 2. <http://lib.geo.ugm.ac.id/ojs/index.php/jbi/article/view/72/70>. Diakses 27 November 2013.
- Baja, S., 2012. *Perencanaan Tata Guna Lahan dalam Pengembangan Wilayah Pendekatan Spasial & Aplikasinya*. Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
- Balai Besar Taman Nasional Lore Lindu, 2009. *Pemantapan Zonasi TNLL*. Balai Besar TNLL. Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam.
- Departemen Kehutanan dan Badan Planologi Kehutanan, 2005. *Surat Keputusan Badan Planologi Kehutanan No. SK.04/VII-PW/2005 Tentang Prosedur Pemeriksaan Peta Hasil Penafsiran Citra Landsat Kawasan Hutan*. Departemen Kehutanan, Jakarta.
- GIS Konsorsium Aceh Nias, 2007. *Modul Pelatihan Arc GIS Tingkat Dasar*. Pemerintah Kota Banda Aceh, Banda Aceh. <http://mbojo.files.wordpress.com/2008/12/modul-pelatihan-arccgis-tingkat-dasar.pdf>. Diakses 28 November 2014.
- Khalil B., 2009. *Analisis Perubahan Penutupan Lahan di Hutan Adat Kasepuhan Citorek Taman Nasional Gunung Halimun-Salak*. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Rahmi J., 2009. *Hubungan Kerapatan Tajuk dan Penggunaan Lahan Berdasarkan Analisis Citra Satelit dan Sistem Informasi Geografis di Taman Nasional Gunung Leuser*. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Universitas Sumatera Utara, Medan. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/7637/1/09e02718.pdf>. Diakses 11 September 2013.
- Sumargo w., Nanggara SG., Nainggolan FA., Apriani I., 2011. *Potret Keadaan Hutan Indonesia Periode Tahun 2000-2009*. Forest Watch Indonesia. Jakarta.
- Suriani, 2014. *Rektifikasi Peta Penunjukkan Kawasan Taman Hutan Raya Sulawesi Tengah*. Skripsi. Universitas Tadulako. Tidak Dipublikasikan.
- Umar, B., 2011. *Panduan Pelatihan Paramotor*. Maleo Paralayang Sulawesi Tengah. Tidak Dipublikasikan. Palu.
- Wicaksono F.Y.E., 2009. *Apa Itu Foto Udara?*. Jurnal. Badan Perpustakaan dan Arsip Daerah Provinsi DIY. <http://bpadjogja.info/file/a993f9ea56c9580ff07f271a12e7a62b.pdf>. Diakses 5 Oktober 2013.
- Widiatmaka S.H. 2007. *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata Guna Lahan*. Gajah Mada University Press. Jogjakarta.