

Analisis Perubahan Tutupan Lahan Kabupaten Karo (Analysis of Karo Regency Land Cover Changes)

Arie Yerikho Ginting^a, Siti Latifah^b, Rahmawaty^c

^a Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara (Penulis Korespondensi: E-mail: milano_interisti@yahoo.co.id)

^b Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara

^c Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara

Abstract

Land use and land cover is an important component in understanding the interaction of human activities with the environment. Forest management include the planning and supervision in the Karo regency forest becomes very important to do in order to prevent degradation of the forest more severe. The purpose of this study was to quantify changes in land use from 1997 to 2012 and makes predictions extensive land use in 2018 and 2024. This research methods to utilize remote sensing technology and geographic information systems (GIS) and then compare the 5 maps of land use interpretation of Landsat ETM + (1997, 2000, 2003, 2006 and 2009). Classification results show that the Karo Regency has 11 land cover classes. The equation obtained from the linear regressions used to predict land cover area. The results showed that widespread changes in land cover occurred in dryland farming into rice paddies. Therefore, it is necessary that proper spatial planning in Karo Regency.

Key word : land use change, land cover, landsat ETM+ image

Pendahuluan

Penutupan lahan hutan di wilayah Kabupaten Karo terdapat hutan lindung seluas 98.644,5 ha yaitu daerah kawasan Leuser, hutan suaka alam sebesar 7 ha, hutan produksi terbatas sebesar 15.592 ha dan hutan produksi sebesar 11.293 ha. Dari luas 125.536,50 ha hutan yang ada di Kabupaten Karo sebagian kondisinya sudah sangat memprihatinkan hal ini dapat dilihat dari hasil produksi hutan seperti getah damar, rotan, kayu dan lain-lain yang semakin menurun tiap tahun bahkan beberapa tahun terakhir sudah tidak ada lagi (Badan Pusat Statistik Kabupaten Karo, 2010)

Permasalahan yang akhir-akhir ini ditemui adalah menurunnya fungsi dan potensi hutan seiring dengan makin berkurangnya luas yang dapat dipertahankan. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan kerusakan hutan, namun umumnya faktor-faktor tersebut berkaitan erat dengan praktik-praktik pembangunan dengan sistem produksi yang tidak berkelanjutan. Kerusakan hutan pada umumnya diakibatkan oleh penebangan besar-besaran dan pembukaan lahan untuk perkebunan, transmigrasi maupun pertambangan. Hal ini tentu saja akan menimbulkan fenomena baru bagi daerah yang selama ini menggantungkan pada keberadaan hutan (Baiquni dan Susilawardani, 2002).

Kondisi perubahan tutupan lahan di Kabupaten Karo untuk lahan sawah dan pertanian lahan kering menunjukkan adanya perubahan luas lahan setiap tahunnya. Dari data BPS (2010) lahan sawah mengalami pengingkatan luas lahan dari tahun 2007-2009 dimana

luas sawah pada tahun 2007 adalah 12.267 ha dan tahun 2009 adalah 12.345 ha sedangkan untuk lahan pertanian kering mengalami penurunan luas dimana luas pertanian lahan kering pada tahun 2007 adalah 200.458 ha dan pada tahun 2009 adalah 200.345 ha (Badan Pusat Statistik Kabupaten Karo, 2010)

Penggunaan Sistem Informasi Geografis dalam melakukan analisis perubahan tutupan lahan sangat dibutuhkan dalam tindakan pencegahan terhadap kegiatan eksploitasi maupun konversi lahan hutan yang menyebabkan terjadinya degradasi lingkungan dan dengan menggunakan data yang diperoleh dari Sistem Informasi Geografis dapat memprediksi luas perubahan lahan yang terjadi pada masa yang akan datang sehingga dapat digunakan sebagai gambaran dalam melakukan antisipasi terhadap berkurangnya luas lahan hutan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan tutupan lahan di Kabupaten Karo pada selang waktu 1997-2000-2003-2006-2009 dan mengetahui prediksi luas penggunaan lahan pada tahun 2018 dan 2024.

BAHAN DAN METODE

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kabupaten Karo merupakan salah satu Kabupaten yang terdapat di Provinsi Sumatera Utara, yang terletak pada jajaran Dataran Tinggi Bukit Barisan dan sebelah barat daya berbatasan langsung dengan

Samudera Indonesia serta merupakan daerah hulu sungai. Secara geografis Kabupaten Karo terletak pada koordinat 2°50' – 3°19' Lintang Utara dan 97°55' – 98°38' Bujur Timur.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Peta digital administrasi Kabupaten Karo (BPKH), Citra Landsat TM 7 pada perekaman tahun 1997, 2000, 2003, 2006, dan 2009 (BPKH dan diunduh dari www.glovis.us) dengan *Path/Row* 129/58, Peta Jalan Kabupaten Karo dan Peta Sungai Kabupaten Karo (BPKH).

Alat yang digunakan adalah Komputer (PC atau *Work Station*) beserta pelengkapanya, Perangkat lunak pengolahan citra, dan GIS (ERDAS *Imagine* 8,5 dan ArcView GIS 3,3), GPS dan Kamera Digital

Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer yang dikumpulkan antara lain adalah Titik sampel ground check dan Citra Landsat TM7 *Path/Row* 129/58 dengan resolusi 30 x 30 meter perekaman tahun 1997, 2000, 2003, 2006 dan 2009. Untuk data sekunder yang dikumpulkan adalah Peta Administrasi Kabupaten Karo

Pengambilan titik sampel *ground check* dilaksanakan sebelum dan setelah dilakukan penafsiran citra. Pada penelitian ini klasifikasi yang digunakan adalah gabungan antara Klasifikasi terbimbing dan Digitasi *On Screen*. Analisis spasial terhadap data penggunaan lahan menggunakan program ArcView 3.3 dengan bantuan *extensions Image Analyst dan change detection*. Prediksi luas tipe-tipe penggunaan lahan untuk tahun 2018 dan 2024 menggunakan persamaan yang diperoleh dari analisis statistik regresi linear.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis citra yang dilakukan, penutupan lahan di Kabupaten Karo dikelaskan ke dalam 11 kelas penutupan lahan yaitu hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, hutan tanaman, perkebunan, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campuran, sawah, belukar, pemukiman, tanah kosong dan badan air. Pengelompokan penutupan lahan

Kabupaten Karo menjadi 11 kelas didasarkan pada data-data lapangan dan data rujukan yang menggambarkan kondisi tutupan lahan di Kabupaten Karo.

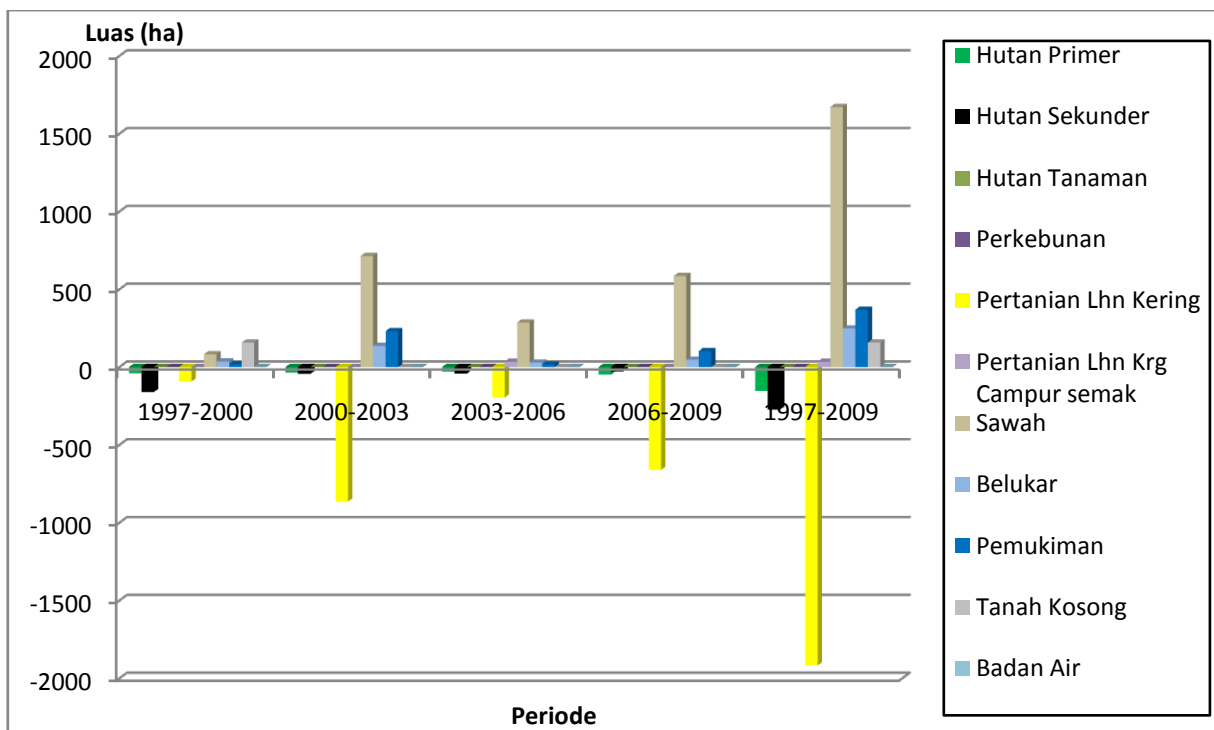
Hasil Klasifikasi

Hasil klasifikasi penutupan lahan Kabupaten Karo pada tahun 1997, 2000, 2003, 2006 dan 2009 dapat dilihat dari Gambar 2 di bawah. Adapun luas setiap tutupan lahan Kabupaten Karo pada tahun 1997, 2000, 2003, 2006 dan 2009 dapat dilihat dalam Tabel 1.

Dalam analisis perubahan tersebut akan ditemukan areal yang mengalami perubahan yaitu areal pada piksel-piksel kedua citra klasifikasi dengan lokasi yang sama tetapi memiliki atribut klasifikasi yang berbeda. Sedangkan areal yang tidak berubah adalah piksel yang pada kedua citra klasifikasi dengan lokasi yang sama dan memiliki atribut klasifikasi yang sama juga.

Hasil klasifikasi penutupan lahan tahun 1997, 2000, 2003, 2006 dan 2009 dapat terlihat bahwa Kabupaten Karo memiliki luas keseluruhan adalah 217.060,96 Ha. Adapun tutupan lahan Kabupaten Karo didominasi oleh pertanian lahan kering. Pertanian lahan kering ini mencakup semua aktivitas pertanian yang termasuk di dalamnya tegalan dan ladang. Pada pertanian lahan kering biasanya ditanami tanaman pangan seperti sayuran, tanaman buah, umbi-umbian, jagung, ketela pohon, dan tanaman pangan lainnya. Pertanian lahan kering ini hampir tersebar merata di tiap daerah kecamatan.

Dari hasil perhitungan didapatkan ketelitian interpretasi sebesar 88 %. Angka ketelitian interpretasi Citra Landsat 7 ETM+ yang didapat cukup bagus, mengingat citra yang digunakan mempunyai resolusi spasial 30 meter. Tingkat ketelitian itu telah memenuhi syarat ketelitian interpretasi minimal 85%. Kesalahan interpretasi disebabkan oleh rendahnya resolusi citra, sehingga sulit untuk membedakan tutupan lahan yang hampir sama warnanya dalam Citra Landsat 7 ETM +. Luas hutan lahan kering sekunder ini dalam jangka waktu tertentu terus mengalami penurunan luas. Hal ini dapat dilihat dari kegiatan aktivitas yang terjadi di sekitar hutan lahan kering sekunder yang semakin pesat sehingga membutuhkan lahan dalam mendukung setiap kegiatan manusia yang dilakukan.



Gambar 1. Perubahan Tutupan Lahan Selama 5 Periode

Tabel 1. Penutupan Lahan Kabupaten Karo Tahun 1997, 2000, 2003, 2006, dan 2009

Tipe Tutupan Lahan	Tahun 1997		Tahun 2000		Tahun 2003		Tahun 2006		Tahun 2009	
	Luas (Ha)	Luas (%)	Luas (Ha)	Luas (%)	Luas (Ha)	Luas (%)	Luas (Ha)	Luas (%)	Luas (Ha)	Luas (%)
Hutan lahan kering primer	58.193,56	26,81	58.153,21	26,79	58.117,37	26,77	58.088,32	26,76	58.040,67	26,74
Hutan lahan kering sekunder	12.679,56	5,84	12.518,71	5,77	12.475,17	5,75	12.434,02	5,73	12.406,37	5,72
Hutan tanaman	2.190,66	1,01	2.190,66	1,01	2.053,24	0,95	2.053,24	0,95	2.053,24	0,95
Perkebunan	404,0200	0,19	404,0200	0,19	404,02	0,19	404,02	0,19	404,02	0,19
Pertanian lahan kering	119.888,42	55,23	119.791,67	55,19	118.927,37	54,79	118.631,67	54,65	117.971,25	54,35
Pertanian lahan kering campuran	1.347,03	0,62	1347,0320	0,62	1.347,05	0,62	1.381,51	0,64	1.381,51	0,64
Sawah	2.965,36	1,37	3.051,63	1,41	3.765,55	1,73	4051,6000	1,87	4.636,94	2,14
Belukar	12042,4560	5,55	12.078,16	5,56	12.214,14	5,63	12.243,19	5,64	12.290,84	5,66
Pemukiman	1.172,90	0,54	1.191,27	0,55	1422,4470	0,66	1.438,78	0,66	1.541,51	0,71
Tanah kosong	6.027,25	2,78	6.184,86	2,85	6.184,86	2,85	6.184,86	2,85	6.184,86	2,85
Badan Air	149,74	0,07	149,74	0,07	149,74	0,07	149,74	0,07	149,74	0,07
Total	217.060,96	100,00	217.060,96	100,00	217.060,96	100,00	217.060,96	100,00	217.060,96	100,00

Tanah kosong ini banyak terdapat pada Kecamatan Tiga Binanga dan Kecamatan Juhar. Tanah kosong ini terbentuk selain dari aktivitas manusia dalam melakukan pembukaan lahan baru juga terjadi akibat adanya tanah longsor pada daerah tertentu. Sawah menjadi tutupan lahan yang memiliki luasan terbesar selanjutnya. Sawah merupakan areal luas tutupan lahannya bertambah dalam kurun waktu tertentu. Persawahan ini juga termasuk sawah musiman, sawah tadah hujan, dan sawah irigasi di dalamnya. Hutan tanaman yang berada di Kabupaten Karo berupa hutan tanaman pinus dan juga hutan tanaman eucalyptus yang

berada di Kecamatan Tiga Panah dan Kecamatan Lau Baleng.

Perubahan Tutupan Lahan Tahun 1997-2000

Perubahan tutupan lahan Hutan kering sekunder menjadi Pertanian Lahan Kering merupakan perubahan tutupan lahan yang mengalami perubahan yang paling besar pada tahun 1997 hingga tahun 2000 yaitu sebesar 160.855 Ha. Perubahan juga terjadi pada pertanian lahan kering yang menjadi Sawah sebesar 86.266 Ha, menjadi belukar sebesar 152,965 Ha, dan menjadi pemukiman sebesar 18.378 Ha.

Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2000-2003

Tutupan lahan berupa hutan tanaman mengalami perubahan jumlah luas dan bentuk menjadi pertanian lahan kering yaitu sebesar 137.414 Ha. Sedangkan untuk hutan kering primer menjadi belukar/semak sebesar 35.842 Ha, untuk hutan kering sekunder menjadi Pertanian lahan kering sebesar 45.534 Ha. Tutupan lahan lainnya yang berubah antara lain pertanian lahan kering yang menjadi sawah sebesar 780.628 Ha, menjadi belukar sebesar 133.177 Ha dan menjadi Pemukiman sebesar 231.164 Ha. Sawah yang menjadi pertanian lahan kering sebesar 66.707 Ha dan Belukar yang menjadi pertanian lahan kering sebesar 33.038 Ha.

Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2003-2006

Pada kurun waktu tahun 2003-2006 perubahan tutupan lahan berupa hutan kering sekunder mengalami perubahan jumlah luas dan bentuk menjadi pertanian lahan kering yaitu sebesar 6.692 Ha dan menjadi pertanian lahan kering campuran sebesar 34.462 Ha. Sedangkan untuk hutan kering primer menjadi belukar/semak sebesar 29.052 Ha dan perubahan tutupan lahan pada pertanian lahan kering menjadi sawah sebesar 286.047 Ha dan menjadi pemukiman sebesar 16.345 Ha.

Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2006-2009

Tutupan lahan berupa hutan kering primer mengalami perubahan jumlah luas dan bentuk menjadi belukar yaitu sebesar 47.651 Ha. Sedangkan untuk hutan kering sekunder menjadi pertanian lahan kering sebesar 27.651 Ha, untuk Pertanian lahan kering menjadi Sawah sebesar 585.342 Ha dan menjadi Pemukiman sebesar 102.73 Ha. Berdasarkan survey dan pengamatan yang dilakukan di lapangan, pertanian lahan kering campuran ditemukan pada wilayah Kecamatan Mardinding dan Kecamatan Merek. Seperti yang ditemukan di wilayah Kecamatan Mardinding pertanian ini disebabkan oleh adanya areal perladangan yang berpindah dan para petani disana banyak melakukan rotasi tanam pada

setiap lahan yang mereka punya sehingga areal pertanian yang mereka tinggalkan banyak ditumbuhi semak maupun belukar.

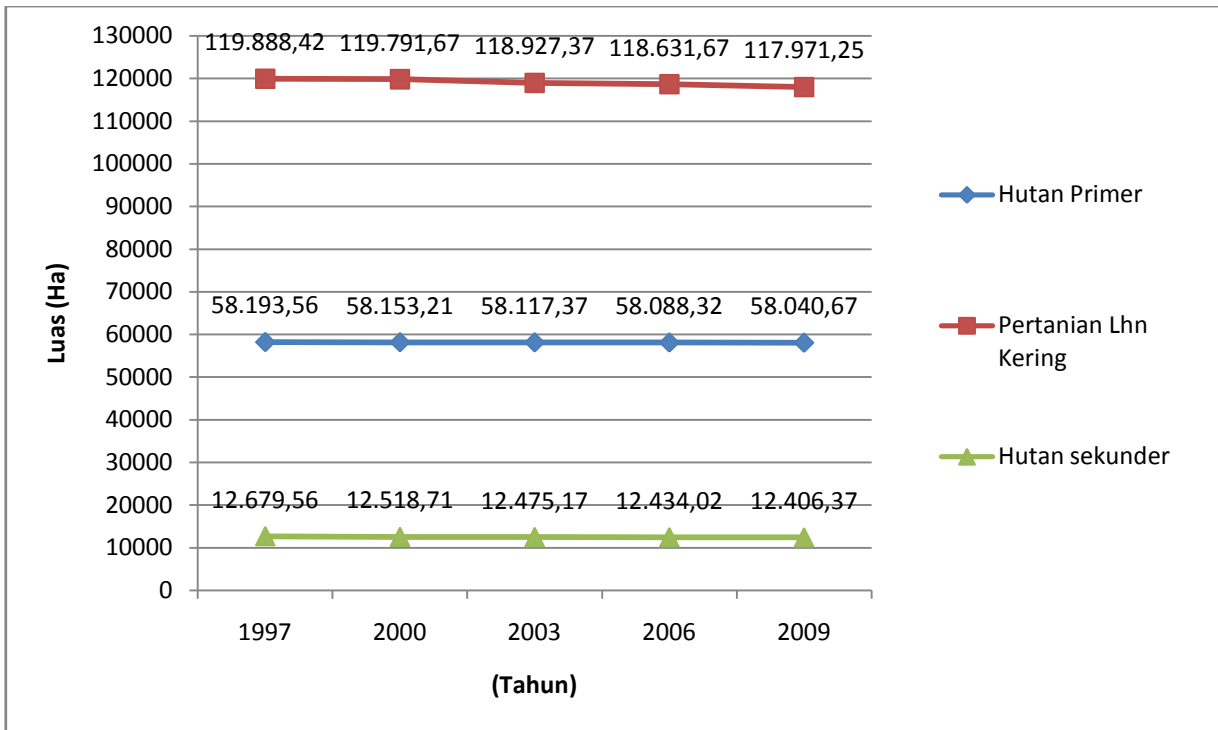
Perubahan Tutupan Lahan Tahun 1997-2009

Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa perubahan Hutan kering sekunder menjadi pertanian lahan kering merupakan jenis perubahan dengan jumlah yang paling besar yang menyebabkan tutupan lahan hutan berkurang. Tutupan lahan hutan kering sekunder yang berubah menjadi pertanian lahan kering adalah sebesar 238.732 Ha, menjadi pertanian lahan kering campuran adalah sebesar 34.462 Ha.

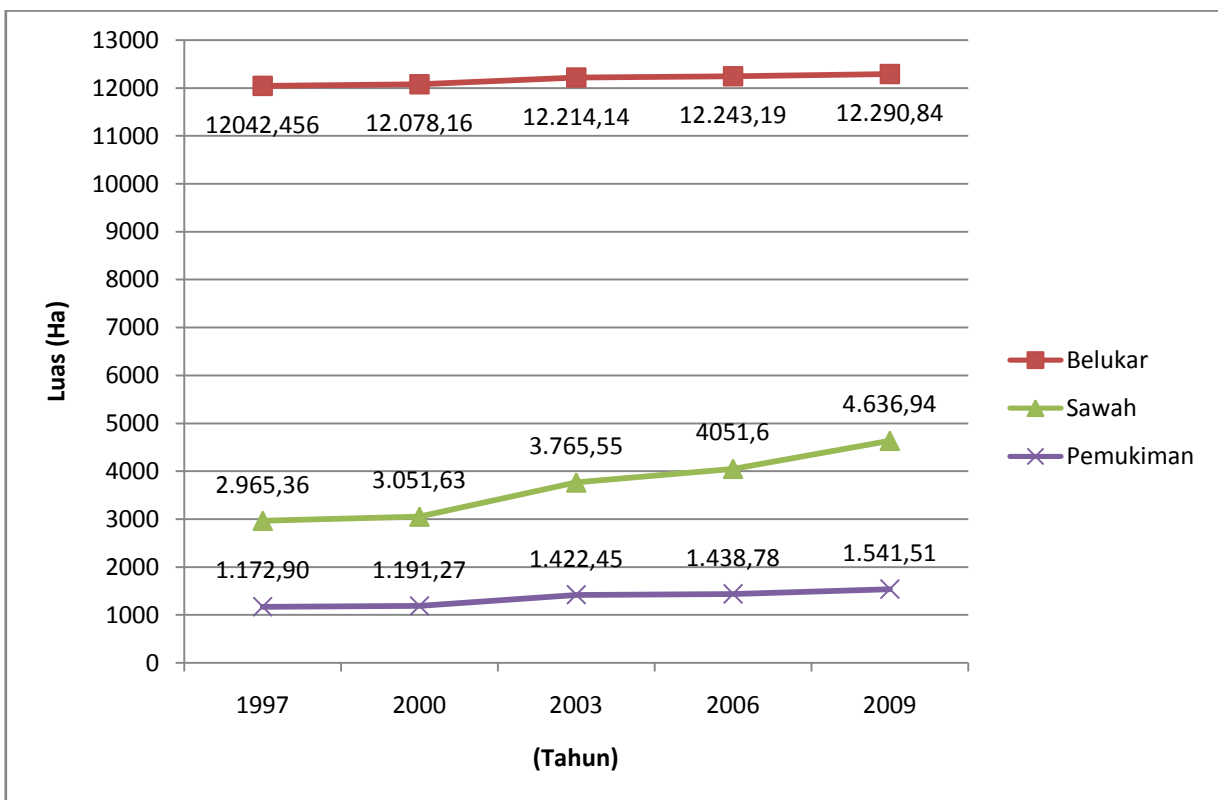
Tutupan lahan hutan kering primer juga mengalami perubahan ke lahan belukar/semak sebesar 152.886 Ha. Untuk hutan tanaman mengalami perubahan ke dalam pertanian lahan kering sebesar 137.41 Ha. Pertanian lahan kering mengalami perubahan luas dan fungsi menjadi sawah sebesar 1738.283 Ha, menjadi lahan belukar sebesar 286.142 Ha dan menjadi pemukiman sebesar 368.617 Ha. Tutupan lahan sawah menjadi lahan pertanian lahan kering sebesar 66.707 Ha. Untuk lahan belukar mengalami perubahan ke lahan pertanian lahan kering sebesar 33.038 Ha dan menjadi lahan tanah kosong sebesar 157.607 Ha. Adapun tutupan lahan yang tidak mengalami perubahan luas maupun fungsi dalam periode ini adalah Perkebunan, Pemukiman, Tanah kosong dan Badan air.

Analisis regresi linear sederhana

Berdasarkan data perubahan luas tutupan lahan dari tahun 1997 sampai 2009 dapat dibuatkan suatu kecenderungan perubahan luas tutupan lahan berupa kecenderungan peningkatan dan penurunan tipe-tipe tutupan lahan. Peningkatan dan penurunan luas tipe lahan apabila dilihat dari tabel perubahan tutupan lahan Kabupaten Karo. Data yang digunakan dalam melakukan analisis regresi sederhana ini dapat dilihat pada tutupan lahan yang mengalami peningkatan dan penurunan luas secara kontinyu.



Gambar 2. Penurunan Luas Lahan untuk Tipe Tutupan Lahan Hutan Primer, Pertanian Lahan Kering dan Hutan Sekunder



Gambar 3. Peningkatan Luas Lahan Untuk Tipe Tutupan Lahan Belukar, Sawah dan Pemukiman

Tabel 2. Prediksi Luas Tutupan Lahan Tahun 2018 dan 2024

Tutupan Lahan	Persamaan Regresi	R ²	Luas Lahan (Ha)	
			Tahun 2018	Tahun 2024
Hutan primer	$Y = 58192,7588 - 12,3554 X$	0,998	57933,2954	57859,163
Hutan sekunder	$Y = 12628,981 - 21,0358 X$	0,92	12187,2292	12061,0144
Pertanian kering	$Y = 120040,9467 - 166,4782 X$	0,978	116544,9045	115546,0353
Sawah	$Y = 2825,5898 + 144,771 X$	0,98	5865,7808	6734,4068
Belukar/semak	$Y = 12041,394 + 22,06 X$	0,97	12504,654	12637,014
Pemukiman	$Y = 1156,4332 + 32,8247 X$	0,955	1845,7519	2042,7001

Berdasarkan hasil analisis regresi sederhana tersebut menunjukkan bahwa untuk lahan hutan primer dari tahun 2009 sampai tahun 2018 akan berkurang 107.37 Ha, sedangkan pada tahun 2024 diperkirakan berkurang 181.51 Ha. Untuk lahan hutan sekunder dari tahun 2009 sampai tahun 2018 akan berkurang 219.14 Ha, sedangkan pada tahun 2024 diperkirakan berkurang 345.35 Ha. Untuk tutupan lahan pertanian lahan kering dari tahun 2009 sampai tahun 2018 akan mengalami penurunan luas lahan sebesar 1426.35 Ha sedangkan pada tahun 2024 diperkirakan berkurang 2425.22 Ha.

Pada tutupan lahan sawah dari tahun 2009 sampai tahun 2018 diperkirakan akan bertambah sebesar 1228.84 Ha sedangkan pada tahun 2024 akan bertambah 2097.46 Ha. Untuk lahan belukar/semak dari tahun 2009 sampai tahun 2018 diperkirakan akan bertambah 213.81 Ha sedangkan pada tahun 2024 akan bertambah 346.17 Ha. Untuk lahan pemukiman dari tahun 2009 sampai tahun 2018 diperkirakan akan bertambah 304.24 Ha sedangkan pada tahun 2024 akan bertambah 501.19 Ha. Prediksi luas ini merupakan prediksi statistik, dimana prediksi menggunakan waktu (tahun) sebagai variabel bebas, tanpa memperhitungkan variabel-variabel di luar luas perubahan penggunaan lahan.

Dari penelitian As-Syakur (2009) mengenai analisis perubahan maupun penggunaan lahan pada suatu wilayah dapat memberikan manfaat dalam mengetahui lokasi-lokasi tempat dimana perubahan tutupan lahan terjadi yang memberikan hasil kesimpulan bahwa tutupan lahan berupa pertanian dan lahan hutan cenderung mengalami penurunan luas pada selang waktu tertentu. Sedangkan pada tutupan lahan berupa pemukiman maupun lahan kosong dan semak mengalami pertambahan luas lahan pada selang waktu yang sama. Hal ini juga terjadi dalam melakukan analisis perubahan tutupan lahan di Kabupaten Karo yang memperlihatkan tutupan lahan berupa pertanian dan lahan hutan mengalami penurunan luas dalam jangka waktu 12 tahun sedangkan lahan pemukiman dan semak/belukar mengalami pertambahan luas lahan secara kontinu tiap selang waktu tertentu.

Penelitian sebelumnya yang melakukan studi perubahan penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) oleh Raharjo (2009) dapat membuat suatu prediksi luas tutupan lahan dalam suatu wilayah dengan data atribut yang telah diketahui setelah dilakukan interpretasi citra daerah tersebut dalam selang waktu yang berbeda. Sedangkan pada penelitian ini juga melakukan prediksi luas tutupan lahan pada wilayah Kabupaten Karo dengan data atribut yang diperoleh dari melakukan interpretasi citra pada selang waktu yang sama sehingga dari data yang menunjukkan perubahan lahan tiap tahunnya dapat dibuat suatu prediksi akan luas lahan pada masa yang akan datang.

Kesimpulan

1. Perubahan luas tutupan lahan terbesar di Kabupaten Karo terjadi pada pertanian lahan kering yang menjadi lahan sawah dan diikuti oleh lahan hutan yang menjadi pertanian lahan kering..
2. Prediksi luasan lahan hutan primer dari tahun 2009 sampai tahun 2018 akan berkurang 107.37 Ha, sedangkan pada tahun 2024 diperkirakan berkurang 181.51 Ha. Untuk lahan hutan sekunder dari tahun 2009 sampai tahun 2018 akan berkurang 219.14 Ha, sedangkan pada tahun 2024 diperkirakan berkurang 345.35 Ha.

Saran

Dengan terjadinya perubahan fungsi luas lahan hutan baik berupa tindakan deforestasi maupun konversi hutan maka pemerintah daerah setempat perlu segera melakukan tindakan penataan ekosistem hutan dan melakukan tindakan pencegahan melalui kebijakan-kebijakan yang dibuat sehingga fungsi kawasan hutan dapat dikembalikan.

Daftar Pustaka

- Arronof, S. 1989. Geographic Information System : A Management Perspective. WDL Publication Ottawa, Canada.
- As-Syakur A.R. dan I.W. S. Adnyana. 2009. Studi Perubahan Penggunaan Lahan di DAS Badung. Jurnal Bumi Lestari, Vol. 10. No. 2. Pp. 200-208. Universitas Udayana. Bali.
- Badan Planologi Kehutanan, 2008. Rekalkulasi Penutupan Lahan Indonesia Tahun 2008. Pusat Inventarisasi dan Perpetaan Kehutanan. Badan Planologi Kehutanan. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2010. Karo dalam Angka 2010. Katalog BPS 2001.1211. Karo.
- Baiquni, M. dan Susilawardani. 2002. Pembangunan yang Tidak Berkelanjutan: Refleksi Kritis Pembangunan Indonesia. ideAs dan TransMedia Global Wacana. Yogyakarta.
- Campbell, J. B. 1987. Introduction to Remote Sensing. Virginia Polytechnic Institute. The Guilford Press, New York, United States of America.
- Charter, D dan Agtrisari, D. 2002. Desain dan Aplikasi GIS. Elek Media Koputindo. Bandung.
- Colwell, R. N. 1984. The Visible Portion of The Spectrum, In ; Remote Sensing of Environment, J. Lintz Jr and D.S Simonett, Addison-Wesly Publishing of Company, Inc. London.
- Forest Watch Indonesia. 2011. Potret Keadaan Hutan Indonesia .Global Forest Watch. Bogor
- Global Land Cover Facility. 2004. Landsat Technical Guide. University of Mariland
- Hasan, I.M. 1999. Pokok-Pokok Materi Statistik 1 (Statistik Deskriptif). Bumi Aksara. Jakarta.
- Jaya. I.N.S. 2002. Penginderaan Jauh Satelit untuk Kehutanan. Laboratorium Inventarisasi Hutan, Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB
- Kasmir, J. 2003. Studi Kelayakan Bisnis. Prenada Media. Medan.
- Lillesand, T.M dan Kiefer, 1997. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Dulbahri (Penerjemah). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Lisnawati, Y dan Wibowo A. 2007. Penggunaan Citra Landsat ETM+ Untuk Monitoring Perubahan Penggunaan Lahan di Kawasan Puncak. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman. Vol. 1 No. 2. Pusat Litbang Hutan Tanaman. Bogor.
- Mallingreau dan Rosalia, 1981. Land use/Land Cover Classification in Indonesia, Fakultas Geografi UGM Yogyakarta.
- Malingreau, J.P. 1978. Pengembangan Lahan Pedesaan, Penafsiran Citra untuk Inventarisasi dan Analisanya. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Murchacke, P.C. 1990. Map Use Reading, Analysis and Interpretation, J.P. Publication Medison, Wisconsin.
- Narulita, I. 2008. Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk Menentukan Daerah Prioritas Rehabilitasi di Cekungan Bandung. Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan. Vol. 18 No. 1 23-24.
- Oldeman, L. R. 1992. Global extent of soil degradation. In ISRIC Bi-Annual Report 1991-1992. International Soil Reference and Information Center. Wageningen, Netherlands.
- Prahasta. E. 2005. Sistem Informasi Geografis : Aplikasi Pemograman MapInfo, CV. Informatika, Bandung.
- Prakasam, C. 2010. Land Use and Land Cover Change Detection Through Remote Sensing Approach: A Case Study of Kodaikanal Taluk, Tamil Nadu. International Journal of Geomatics and Geosciences, Vol. 1, No.2.
- Rahmawaty, T.R. Villanueva, M.G. Carandang. 2011. *Participatory Land use Allocation, Case Study In Besitang watershed, Langkat, North Sumatera, Indonesia*. Lambert Academic Publishing. Jerman.
- Raharjo, P.D. 2009. Perubahan Penggunaan Lahan DAS Kreo Terhadap Debit Puncak dengan Aplikasi Penginderaan Jauh. Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan. Vol. 19 No. 2 69-84.
- Razali. 2009. Kajian Pengembangan Tanaman Kelapa Sawit Di Kabupaten Karo Berdasarkan Topografi. Kultura, Vol. 10. No. 1.

- Sebayang, M. 2002. Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Data Citra Landsat Thematic Mapper (Studi Kasus di Kotamadya Surabaya). Jurnal Natur Indonesia. Vol. 5 No. 1 41-49
- Sudjana.1996. Teknik Analisis Regresi Dan Korelasi. Tarsito. Bandung.
- Suhendang, E. 2002. Pengantar Ilmu Kehutanan. Yayasan penerbit Fakultas Kehutanan IPB. Bogor
- Tacconi, L. 2004. Illegal Logging and Deforestation in Indonesia: An Update. Proceeding of Workshop on Wood Research and Industrial Needs for The Forestry Wood. The Ministry of Research and Technology and The Embassy of Italy. Colwell.
- Warpani, S. 1980. Analisis Kota dan Daerah. ITB Bandung Press. Bandung.
- Yunandar. 2007. Analisis Pemanfaatan Ruang Di Kawasan pembangunan Perikanan Pesisirmuara Kintap Kabupaten Tanah Lautpropinsi Kalimantan Selatan, Program Studi Magister Manajemen Sumberdaya Pantai. Tesis. Universitas Dipenogoro. Semarang.
- Yuwono, D.M dan Suprajaka. 2004. Analisis Perubahan Kawasan Hutan Kabupaten Blora Dengan Pendekatan Kajian Spatio-Temporal. Badan Penelitian Geografi Terapan. Bakosurtanal.

