



# Dampak Pertambangan Terhadap Perubahan Penggunaan Lahan dan Kesesuaian Peruntukan Ruang (Studi Kasus Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan)

Wahyu Hidayat<sup>1</sup>, Ernan Rustiadi<sup>2</sup>, Hariadi Kartodihardjo<sup>3</sup>

[Diterima: 2 Juli 2014; disetujui dalam bentuk akhir: 23 Maret 2015]

**Abstrak.** Penelitian tentang perubahan tutupan/penggunaan lahan dan kesesuaian peruntukan ruang sangat penting, karena perubahan tutupan/penggunaan lahan memiliki dampak terhadap lingkungan fisik dan kesesuaian peruntukan ruang memiliki dampak terhadap peraturan dan perundang-undangan yang mengatur tata ruang. Adapun tujuan artikel ini adalah mengetahui perubahan tutupan/penggunaan lahan dengan menggunakan data citra satelit, memprediksi tutupan/penggunaan lahan 10 tahun ke depan, dan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya perubahan tutupan/penggunaan lahan. Lokasi studi penelitian adalah Kabupaten Luwu Timur. Metode penelitian yang digunakan yaitu Land Change Modeler, Ca-Markov, Enter dan Overlay. Hasil Analisis terhadap perubahan tutupan/penggunaan lahan menunjukkan bahwa telah terjadi perubahan tipe penggunaan lahan tahun 2002 dan 2013. Penggunaan lahan terbuka yang disebabkan oleh perusahaan tambang mengalami perubahan seluas 15.375.93 ha. Kontribusi terbesar dari kelas lahan terbuka berasal dari kelas lahan hutan. Hasil prediksi tutupan/penggunaan lahan tahun 2024 menunjukkan bahwa lahan pemukiman akan bertambah sebesar 23.172.63 ha diikuti oleh lahan terbuka sebesar 19.947.56 ha. Faktor yang berpengaruh terhadap perubahan lahan dari semua kelas tutupan/penggunaan lahan, perubahan penggunaan lahan hutan ke lahan terbuka dan perubahan lahan hutan ke lahan terbangun/permukiman adalah alokasi RTRW untuk kawasan, lokasi pertambangan dan lereng.

**Kata kunci.** Perubahan tutupan/penggunaan lahan, kesesuaian peruntukan ruang, pertambangan

[Received: July 2, 2014; accepted in final version: March 23, 2015]

**Abstract.** The studies of land use/cover changes (LUCC) and suitability of land utilization are very important because the LUCC affects the physical environment and suitability of space utilization affects regulations and laws on spatial planning. This article aims to measure LUCC by using satellite imagery, to predict the results of LUCC 10 years on, to explain out factors affecting LUCC and to analyse out mining locations which are consistent or inconsistent with regional spatial planning (RTRW). This research is located in East Luwu Regency. The research methods used are land change modeler, Ca-Markov, Enter and Overlay. The results

<sup>1</sup> Program Magister Ilmu Perencanaan Wilayah IPB, Jl. Raya Darmaga, Gd. Andi Hakin Nasoetion, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Tel.: (0251) 628448, E-mail: wahyuhidayat211@gmail.com

<sup>2</sup> Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian IPB

<sup>3</sup> Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB

*show that there have been changes in several land use types in 2002 and 2013. The use of open land as a result of mining activities has changed with an area of 15,375.93 ha. The biggest contribution of the open space comes from forest area. The prediction of land use/cover in 2024 shows that settlement area will increase by 23,172.63 ha, followed by open space with an area of 19,947.56 ha. Factors that influence the changes of all land use/cover classes, forest land use change to open land and forest land use change to built-up land are the Regional Spatial Plan, the location of the mining and the slopes.*

**Keywords.** *Land use cover change, land use suitability, mining*

## **Pendahuluan**

Perubahan tutupan/penggunaan lahan berimplikasi pada kontribusi peningkatan luas tutupan/penggunaan lahan dari satu atau beberapa kategori tutupan/penggunaan yang diikuti penurunan luas kategori lainnya pada suatu periode tertentu. Konversi lahan hutan menjadi penggunaan lahan lain merupakan fenomena yang sudah lama terjadi di Dunia dan memiliki dampak langsung diantaranya polusi udara (Hu dkk. 2008), berkurangnya keanekaragaman hayati (Sandin 2009), dan pemanasan global dengan turunnya pengikat CO<sub>2</sub> (Trisasongko dkk. 2009). Hal ini banyak terjadi pada wilayah yang memiliki sumber daya alam yang melimpah (Sihombing 2013), wilayah hasil pemekaran (Tuni 2013) dan wilayah yang terdapat perusahaan tambang (Gunawan dkk. 2010).

Kabupaten Luwu Timur merupakan salah satu wilayah kabupaten hasil pemekaran tahun 2003 di Propinsi Sulawesi Selatan. Kabupaten Luwu Timur memiliki sumber daya alam dan tempat beroperasinya sebuah perusahaan lokal dan multinasional yang bergerak di bidang pertambangan (Marakarma 2009). Hal ini terlihat dari data Izin Usaha Pertambangan (IUP) yang dikeluarkan oleh Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (DESDM) Kabupaten Luwu Timur. Tercatat 13 perusahaan yang mendapatkan izin usaha pertambangan jenis bahan galian mineral pada periode 2003 sampai sekarang, padahal tahun 2003 hanya terdapat 1 perusahaan yang mendapatkan IUP. Aktivitas pertambangan dapat menimbulkan dampak secara keruangan. Secara keruangan aktivitas tambang terbuka menyebabkan terjadinya perubahan tutupan/penggunaan lahan (Tuni 2013; Hidayat 2014).

Di Kabupaten Luwu Timur terdapat Kawasan Strategis Nasional (KSN) Sorowako dan sekitarnya. Kawasan ini ditetapkan sebagai kawasan strategis nasional karena memiliki sumber daya alam strategis nasional berupa sumber daya mineral nikel yang keberadaannya mampu mendukung pertumbuhan perekonomian nasional. Namun, pada kenyataannya inkonsistensi penataan ruang wilayah Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) banyak terjadi pada KSN karena sebahagian besar lokasi KSN sorowako dan sekitarnya berada di kawasan lindung dalam RTRW Kabupaten Luwu Timur. RTRW sangat baik untuk pengendali perubahan tata guna lahan (Priadi dkk. 2006), mengatasi masalah ekonomi, sosial, dan lingkungan suatu wilayah (Albrechts 2006). Perusahaan tambang di Kabupaten Luwu Timur belum diakomodir dengan baik ke dalam RTRW Kabupaten Luwu Timur. Menurut Kusuma (2008) bahwa lokasi penambangan tidak terletak di kawasan lindung (hutan lindung, cagar alam, tubuh air, dan konservasi perairan). Maka dari itu, perlu adanya pemantauan perubahan tutupan/penggunaan lahan, prediksi tutupan/ penggunaan lahan dan kesesuaian peruntukan ruang sehingga rencana tata ruang wilayah dapat tercapai sesuai harapan.

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk menyediakan informasi dasar tentang dampak pertambangan terhadap perubahan tutupan/penggunaan lahan dan kesesuaian peruntukan ruang

di Kabupaten Luwu Timur. Adapun tujuan khusus penelitian antara lain: (1) menganalisis perubahan luasan tutupan/penggunaan lahan di Kabupaten Luwu Timur tahun 2002 dan 2013; (2) menganalisis perubahan luasan tutupan/penggunaan lahan di Kabupaten Luwu Timur tahun 2013 dan 2024; (3) menganalisis dampak pertambangan terhadap perubahan tutupan/penggunaan lahan; dan (4) mengetahui perusahaan tambang yang konsistensi dan inkonsistensi terhadap tata ruang (RTRW) Kabupaten Luwu Timur.

## **Tinjauan Pustaka**

### *Penelitian Terdahulu*

Hasil penelitian Toren dan Unal (2001) yang berjudul *Assessment of Open Pit Coal Mining Impacts Using Remote Sensing: A Case Study from Turkey*, memperlihatkan bahwa Dampak pertambangan batubara banyak dan beragam, salah satunya yaitu perubahan tutupan/penggunaan lahan. Namun, batubara merupakan sumber energi penting di suatu negara. Perubahan tutupan/penggunaan lahan sebagai konsekuensi tak terhindarkan dari pertambangan untuk mempertahankan pembangunan nasional. Oleh karena itu, perlu teknologi yang cepat diakses dan hemat biaya untuk mengoptimalkan dan meminimalkan dampak pertambangan. Teknologi penginderaan jauh memberi sarana yang layak untuk menganalisis perubahan tutupan/penggunaan lahan di lokasi tambang.

Yulita (2011) dalam tulisannya yang berjudul *Perubahan Penggunaan Lahan dalam Hubungannya dengan Aktivitas Pertambangan di Kabupaten Bangka Tengah*, menunjukkan bahwa perluasan areal tambang terjadi pada wilayah yang penduduknya relatif sedikit. Pembukaan lahan tambang mengikuti potensinya sehingga pembukaan lahan tambang tidak hanya terjadi pada hutan namun juga pada rawa, perkebunan dan semak belukar yang memiliki nilai land rent relatif lebih rendah. Adanya potensi timah ini secara langsung maupun tidak langsung menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Bangka Tengah.

Selanjutnya Ahyani (2011) menyimpulkan bahwa tingkat kerusakan lahan/tanah di lokasi penambangan emas mengalami tingkat kerusakan berat dan menimbulkan dampak fisik lingkungan seperti degradasi tanah. Hilangnya unsur hara yang dibutuhkan oleh pertumbuhan tanaman, berkurangnya debit air permukaan, tingginya lalu lintas kendaraan membuat mudah rusaknya jalan dan polusi udara.

Hasil penelitian Sihombing (2013) yang berjudul *Analisis Perubahan Tutupan Lahan Areal Konsesi Tambang PT. Kaltim Prima Coal*, menyimpulkan bahwa penyajian data tutupan lahan tahun 2002 dan tahun 2012 secara bersamaan bertujuan untuk mengetahui sejarah kawasan dan tendensi perubahan penutupan lahan yang terjadi selama masa periode 10 tahun. Perubahan penutupan lahan dipastikan bahwa areal konsesi tambang PT Kaltim Prima Coal telah mengalami tekanan berupa eksploitasi hutan baik secara legal maupun secara illegal.

Tuni (2013) dalam penelitiannya yang berjudul *Perencanaan Penggunaan Lahan Pascatambang Nikel untuk Mendukung Pengembangan Wilayah di Kabupaten Halmahera Timur* menyimpulkan bahwa data tutupan/penggunaan lahan jenis bukaan tambang dan permukiman mengalami peningkatan luasan sejak 2004-2012. Jenis hutan, kebun, campuran, sawah dan tegalan/semak/belukar mengalami penurunan luasan karena di konversi menjadi bukaan tambang dan permukiman. Arah perencanaan penggunaan lahan pasca tambang dipertimbangkan berdasarkan hasil prediksi tutupan/penggunaan lahan tahun 2020, yang

menghasilkan 4 (empat) arahan yaitu Budi daya Tanaman Pangan, Perkebunan Hutan, Tanaman rakyat, dan Hutan.

#### *Citra Satelit Landsat*

Menurut Winardi dan Cahyono (2005), landsat merupakan satelit sumber daya bumi yang pada awalnya bernama ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*) yang diluncurkan pertama kali tanggal 23 Juli 1972. Satelit ini mengorbit bumi selaras matahari (*Sun Synchronous*). Satelit Landsat 1-7 merupakan proyek dari NASA. Ada 8 satelit yang telah diluncurkan sejak tahun 1972, yaitu : 1. Landsat 1 1972-1978 MSS, 2. Landsat 2 1975-1982 MSS, 3. Landsat 3 1978-1983 MSS, 4. Landsat 4 1982-1987 MSS, TM, 5. Landsat 5 1985-present MSS, TM, 6. Landsat 6 1993 hilang pada saat peluncuran, 7. Landsat 7 1999-2013 dan 8. Landsat 8 2013-sekarang ETM+. Citra satelit Landsat dan data yang telah diperoleh selama ini digunakan untuk banyak aplikasi yang berbeda dalam berbagai studi permukaan bumi. Meski awalnya dirancang untuk tumbuh-tumbuhan dan penyelidikan lapisan tanah, pada akhirnya Landsat dikembangkan pula untuk berbagai keperluan yang berhubungan dengan fitur-fitur di permukaan bumi.

#### *Perubahan Penggunaan Lahan*

Menurut Trisasongko dkk (2009), perubahan penggunaan lahan dapat ditelaah dari data penginderaan jauh melalui dua pendekatan besar. Pendekatan pertama merupakan pendekatan yang umum digunakan yaitu perbandingan peta tematik. Berbagai teknik klasifikasi dapat dimanfaatkan dalam pendekatan ini. Langkah selanjutnya adalah membandingkan dua atau lebih data tematik dalam suatu proses analisis, umumnya dikenal dengan analisis *Land Use/Cover Change (LUCC)*. Pendekatan kedua tidak melibatkan prosedur klasifikasi, sehingga tidak ada data tematik yang dihasilkan sebagai data intermedier. Berbagai prosedur statistika dapat digunakan pada pendekatan ini, diantaranya adalah *Multivariate Alteration Detection (MAD)*, pendekatan kedua umumnya dikenal dengan *Change Detection*.

Dwiprabowo dkk (2012) menyatakan bahwa isu yang berhubungan dengan perubahan penggunaan lahan dan penutupan lahan (*Land Use Land Use Change, LULC*) telah menarik perhatian dari berbagai bidang penelitian. Industrialisasi, perpindahan penduduk ke kota dan penambahan penduduk telah dipertimbangkan sebagai tenaga yang paling berkontribusi dalam perubahan penggunaan lahan dalam skala global. Perubahan penggunaan lahan dalam pelaksanaan pembangunan tidak dapat dihindari. Perubahan terjadi karena adanya keperluan untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang makin meningkat jumlahnya dan berkaitan dengan meningkatnya tuntutan akan mutu kehidupan yang lebih baik. Kajian perubahan penggunaan lahan merupakan salah satu kajian yang sangat penting bagi wilayah yang memiliki kecepatan perubahan yang tinggi. Beberapa penelitian perubahan lahan menyimpulkan adanya lokasi tambang dan bertambahnya jumlah penduduk atau datangnya penduduk dari luar daerah (migrasi) yang berimplikasi terhadap permintaan lahan pemukiman dan lahan lainnya bertambah dan selanjutnya menyebabkan terjadinya pergeseran penggunaan. Yulita (2011) mendefinisikan perubahan tutupan/penggunaan lahan sebagai suatu proses perubahan dari tutupan/penggunaan lahan sebelumnya ke tutupan/penggunaan lahan lainnya yang dapat bersifat permanen maupun sementara, dan merupakan bentuk konsekuensi logis adanya pertumbuhan dan transformasi perubahan struktur sosial ekonomi masyarakat yang sedang berkembang. Apabila penggunaan lahan untuk sawah berubah menjadi pemukiman atau industri maka tutupan/penggunaan lahan ini bersifat permanen dan tidak dapat kembali (*irreversible*) tetapi jika beralih guna menjadi perkebunan biasanya bersifat sementara. Perubahan tutupan/penggunaan lahan pertanian berkaitan erat dengan perubahan orientasi ekonomi, sosial,

budaya dan politik masyarakat. Perubahan penggunaan lahan pertanian ke non pertanian bukanlah semata-mata fenomena fisik berkurangnya luasan lahan, melainkan merupakan fenomena dinamis yang menyangkut aspek-aspek kehidupan manusia.

#### *Perencanaan dan Penataan Ruang Wilayah dan Pengaruhnya terhadap Penggunaan Lahan*

Berdasarkan UU No. 26/2007 yang merupakan revisi dari UU No. 24/1992 tentang penataan ruang, suatu daerah perlu dikembangkan dan dilestarikan pemanfaatannya secara optimal demi mencapai kelangsungan hidup yang berkualitas. Penataan ruang merupakan suatu proses perencanaan, pemanfaatan ruang, dan pengendalian pemanfaatan ruang. Menurut Rustiadi dkk. (2011), perencanaan tata ruang merupakan visi bentuk konfigurasi ruang masa depan yang menggambarkan wujud sistematis dari aspek fisik, sosial, dan ekonomi untuk mendukung dan mengarahkan ruang untuk meningkatkan produktivitas agar dapat memenuhi kebutuhan manusia secara berkelanjutan.

Tujuan dari perencanaan wilayah adalah menciptakan kehidupan yang efisien, nyaman, dan lestari. Penetapan lokasi yang dipilih harus memberikan efisiensi dan keselarasan yang paling maksimal, dari berbagai benturan kepentingan. Perencanaan yang diusahakan, seringkali mendapat berbagai hambatan yang terbukti dari berbagai bentuk kegiatan yang menyimpang dari alokasi ruang yang telah ditentukan. Kuatnya dorongan konversi di suatu wilayah terkait dengan keinginan pemerintah dalam mengoptimalkan pengembangan wilayahnya melalui pengembangan sektor-sektor yang diharapkan berkontribusi besar terhadap peningkatan pendapatan daerah.

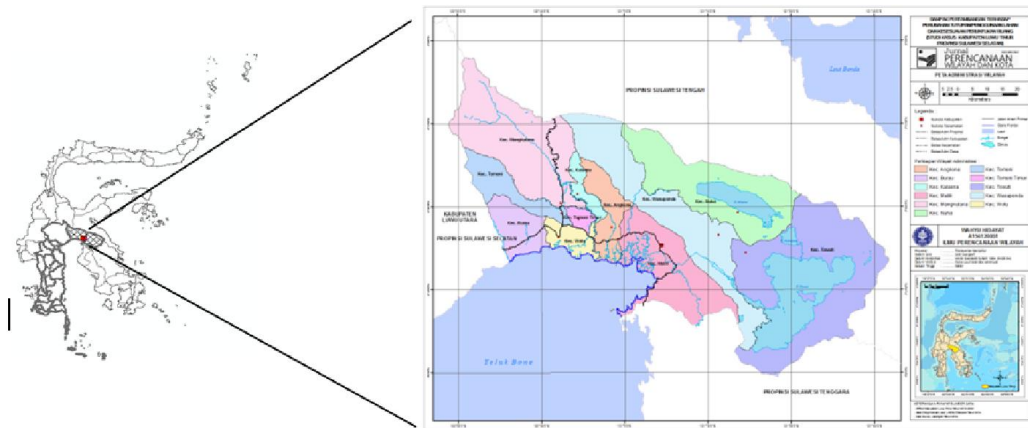
Perencanaan tata ruang dibedakan menjadi Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional (RTRWN), Provinsi, Kabupaten dan Kota serta rencana-rencana yang sifatnya lebih rinci. Istilah pola pemanfaatan ruang berkaitan dengan aspek-aspek distribusi (sebaran) spasial sumberdaya dan aktivitas pemanfaatannya. Sedangkan pengendalian pemanfaatan ruang terdiri atas mekanisme perizinan dan penertiban terhadap pelaksanaan pembangunan agar tetap sesuai dengan RTRW yang telah direncanakan.

Berkaitan dengan berbagai perizinan yang telah dikeluarkan oleh pemerintah dalam pemanfaatan ruang. Hal ini jelas tampak dari kasus dampak Kegiatan Pertambangan terhadap Pengembangan Wilayah (Kasus di Kota Bontang dan Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur), lokasi pertambangan PT Indominco Mandiri memiliki fungsi pemanfaatan ruang sebagai kawasan kehutanan dan kawasan hutan lindung/Cagar Alam/Hutan Wisata/Taman Nasional, sedangkan lokasi industri PT Badak NGL memiliki fungsi pemanfaatan ruang sebagai kawasan industri. Penelitian penataan ruang juga dilakukan di Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. Hasilnya diperoleh Pemanfaatan ruang Muara Kintap eksisting tidak sesuai dengan Peraturan daerah No.9/2000 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Propinsi dan Kabupaten yang dialokasikan untuk pertanian lahan basah, kering dan tambak yang di dalamnya terdapat pelabuhan khusus dan stokpile batubara sebesar 156,09 hektar. Dalam pelaksanaan pemanfaatan lahan belum seluruhnya mengacu kepada RTRW karena beberapa kendala, salah satunya pelaksanaan atau pengarahannya kesesuaian lahan hanya terbatas pada perorangan atau badan hukum yang mengajukan izin lokasi atau hak atas tanah, sedangkan masyarakat pada umumnya belum banyak berpartisipasi bahkan banyak yang tidak mengetahui keberadaan dan fungsi RTRW.

## Metode

### Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Luwu Timur (Gambar 1). Secara administrasi Kabupaten Luwu Timur dibagi menjadi 11 kecamatan yaitu Kecamatan Burau, Wotu, Tomoni, Tomoni Timur, Angkona, Malili, Towuti, Nuha, Wasuponda, Mangkutana, dan Kalaena.



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi citra satelit Landsat ETM tahun 2002 dan 2013, peta, dokumen dan data pendukung dari laporan terdahulu, serta pengamatan lapangan secara langsung. Sementara alat yang digunakan adalah kamera digital, ArcGIS 9.3, Erdas Imagine 9.2, Idrisi Selva 17.0, dan PASW Statistics 18.

### Jenis, Format dan Sumber Data

1. Citra landsat ETM tahun 2002 dan 2013 (path/row: 113/62, 114/061 dan 114/62) dengan format *Geotiff* diperoleh dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) Kota Pare-Pare Provinsi Sulawesi Selatan. Kabupaten Luwu Timur dalam Angka Tahun 2004-2012 dan PDRB Kabupaten Luwu Timur tahun 2004-2012 diperoleh dari BPS Kabupaten Luwu Timur.
2. Peta kawasan tambang dengan format *shapefile* diperoleh dari Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Kabupaten Luwu Timur.
3. Dokumen dan peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Luwu Timur dengan format *shapefile* dan *Portable Document Format* (PDF) diperoleh dari Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Luwu Timur.

### Metode Analisis

Metode Analisis dirancang sesuai tujuan dengan beberapa pendekatan, yaitu sebagai berikut:

### 1. Analisis Perubahan Tutupan/Penggunaan Lahan

Perubahan tutupan/penggunaan lahan dianalisis dengan pendekatan terpadu antara lain: metode klasifikasi terbimbing, pengecekan lapangan dan *Land Change Modeler* (LCM). Landsat ETM tahun 2002 dan 2013 digunakan mendapatkan informasi tentang tutupan penggunaan lahan tahun 2002 dan tahun 2013.

Pemodelan dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis data spasial dapat menyajikan hasil secara spasial (Munibah 2008). Tren perubahan lahan tahun 2002-2013 dan 2013-2014 menggunakan konsep LCM (Václavík dan Rogan, 2009). Formulasnya sebagai berikut:

$$Z(U, V) = \alpha_{00} + \alpha_{10}U + \alpha_{01}V + \alpha_{20}U^2 + \alpha_{11}UV + \dots + \alpha_{pq}U^pV^q$$

Z merupakan variabel yang didistribusikan (transisi antara pilihan kategori penggunaan lahan/tutupan lahan),  $\alpha_s$  adalah koefisien polinomial, U dan V adalah koordinat lokasi.

### 2. Analisis Prediksi Tutupan/Penggunaan Lahan

Analisis yang bersifat prediksi (*prediction*) dan peramalan (*forecasting*) berperan sangat penting dalam perencanaan dan pengembangan wilayah (Rustiadi dkk. 2011). Prediksi tutupan/penggunaan lahan dapat diketahui dengan metode Markov Chain dan metode Cellular Automata (CA)-Markov Chain. Metode Markov adalah metode secara statistik dengan menggunakan matriks peluang peralihan berdasarkan berdasarkan efek kawasan pada algoritma yang mempengaruhi ruang (Cole dalam Kim dkk. 2011). Markov Chain dibangun dengan menggunakan distribusi penggunaan lahan pada awal dan akhir masa pengamatan (Trisasongko dkk. 2009). Metode Markov didefinisikan secara matematis sebagai berikut:

$$M_{LC} \cdot M_t = M_{t+1}$$

$$\begin{bmatrix} LC_{uu} & LC_{au} & LC_{wu} \\ LC_{au} & LC_{aa} & LC_{aw} \\ LC_{wu} & LC_{wa} & LC_{ww} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_t \\ A_t \\ W_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_{t+1} \\ A_{t+1} \\ W_{t+1} \end{bmatrix}$$

Keterangan

MLC = Peluang

Mt = Peluang tahun ke t.

Mt+1 = Peluang tahun ke t+1

Ut = Peluang setiap titik terklasifikasi sebagai kelas U pada waktu t.

LCua = Peluang suatu kelas u menjadi kelas lainnya pada rentang waktu tertentu.

Metode CA-Markov merupakan metode untuk menambahkan karakter ruang berdasarkan penerapan aturan. Hal ini untuk memastikan bahwasanya perubahan tutupan/penggunaan lahan tidak sepenuhnya terjadi secara acak tetapi berdasarkan aturan (Eastman 2012).

### 3. Analisis Dampak Pertambahan

Faktor pengaruh perubahan tutupan/penggunaan lahan untuk semua kelas tutupan/penggunaan lahan dapat diketahui dengan menggunakan pendekatan persamaan *binary logistic regression*. Menurut Arkham (2014) bahwa *binary logistic regression* merupakan pendekatan pemodelan matematik yang dapat digunakan untuk mendeskripsikan hubungan dari beberapa variabel independent dengan variabel dependen (Tabel 2). Variabel Y,  $X_1$ , dan  $X_2$  merupakan data nominal (tidak bertingkat) sedangkan variabel  $X_3$  merupakan data ordinal (bertingkat). Kategori variabel Y,  $X_1$ ,  $X_2$ , dan  $X_3$  adalah Kategorik. Berikut ini merupakan persamaan (model) yang akan dihasilkan dari *binary logistic regression* (Nachrowi dan Usman 2002).

$$\text{Logit}(Y) = a + bX_1 + bX_2 + bX_3 + \dots + bX_n$$

Keterangan

Y = Variabel Dependent

a = Konstanta

X = Variabel Independent

b = Koefisien variabel independent

**Tabel 2** Variabel-variabel dalam binary logistic regression

Y	X
Perubahan tutupan/penggunaan lahan 0= Tidak berubah; 1=Berubah	1. Alokasi RTRW untuk Kawasan ( $X_1$ ) 0= Budidaya; 1=Lindung 2. Lokasi Tambang ( $X_2$ ) 0= Bukan perusahaan tambang; 1=Perusahaan tambang 3. Lereng ( $X_3$ ) 0= 0-8% (datar); 1=8-15% (landau); 2= 15-25% (miring); 3=25-40% (terjal); 4=40%(sangat terjal).

Dampak pertambangan terhadap perubahan tutupan/penggunaan lahan untuk kelas tutupan/penggunaan lahan yang mengalami perubahan lahan terbesar tahun 2002-2013 dan tahun 2013-2024 dapat diketahui dengan menggunakan pendekatan persamaan regresi linier sederhana. Menurut Ginting dkk (2012) Regresi linier sederhana digunakan untuk mendapatkan hubungan matematik dalam bentuk suatu persamaan antara variabel independent dengan variabel dependent (Tabel 3). Berikut ini merupakan persamaan (model) yang akan dihasilkan dari model regresi linier sederhana (Nachrowi dan Usman 2002):

$$W = a + bU$$

Keterangan

W = variabel dependen/tergantung; U = variabel Independen/bebas

A = konstanta (intersept); b = koefisien pada variabel bebas.

**Tabel 3** Varibel dalam regresi linier sederhana

W (ha)	U (ha)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perubahan luas lahan hutan-lahan terbuka periode tahun 2002-2013 (<math>W_1</math>)</li> <li>• Perubahan luas lahan hutan-lahan terbangun/permukiman periode tahun 2002-2013 (<math>W_2</math>)</li> <li>• Perubahan luas lahan hutan-lahan terbuka periode tahun 2013-2024 (<math>W_3</math>)</li> <li>• Perubahan luas lahan hutan-lahan terbangun/ permukiman periode tahun 2013-2024 (<math>W_4</math>)</li> </ul>	Luas lokasi tambang

Binary logistic regression dan regresi linier sederhana dengan metode *enter*, yang berarti semua variabel bebas dimasukkan sebagai variabel prediktor, sehingga dapat diketahui bahwa variabel yang sangat berpengaruh terhadap penggunaan lahan.

#### 4. Analisis Kesesuaian Peruntukan Ruang

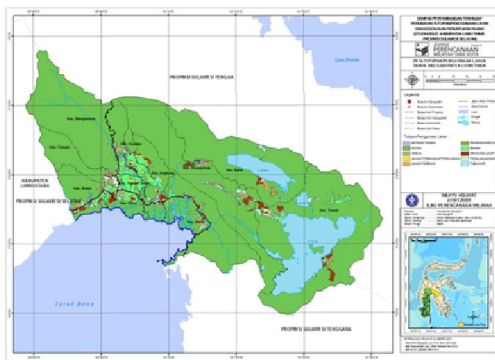
Kesesuaian peruntukan ruang dilakukan untuk mengetahui sejauh mana lokasi tambang konsisten atau inkonsistensi terhadap RTRW. Kesesuaian peruntukan ruang dilakukan melalui *overlay* peta lokasi tambang dengan peta pola pemanfaatan lahan dalam RTRW Kabupaten Luwu Timur.



## Hasil dan Pembahasan

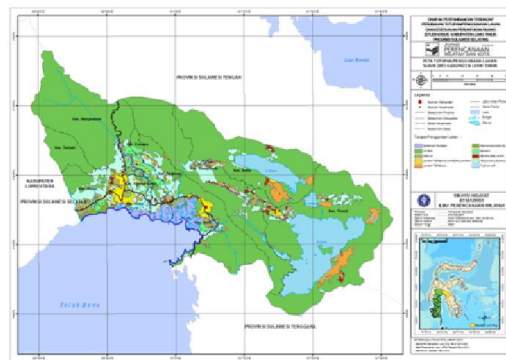
### *Analisis perubahan tutupan/penggunaan lahan*

Hasil klasifikasi tutupan/penggunaan lahan citra landsat ETM 7 tahun 2002 dan citra landsat ETM 8 tahun 2013 memiliki luas keseluruhan adalah 674 104.53 ha. Tutupan/penggunaan lahan tahun 2002 dan 2013 didominasi oleh hutan (Gambar 2 dan 3). Kelas hutan mencakup semua jenis hutan dan cagar alam yang berbasis kehutanan. Kelas lahan hutan ini tersebar di setiap kecamatan Kabupaten Luwu Timur. Perubahan setiap kelas tutupan/penggunaan lahan periode 2002-2013 menunjukkan adanya tren peningkatan dan penurunan luasan (Tabel 3). Kelas tutupan/penggunaan yang mengalami penurunan luasan terbesar yaitu hutan (Gambar 4). Kelas tutupan/penggunaan yang mengalami peningkatan luasan cukup tinggi yaitu lahan terbangun/permukiman dan lahan terbuka.



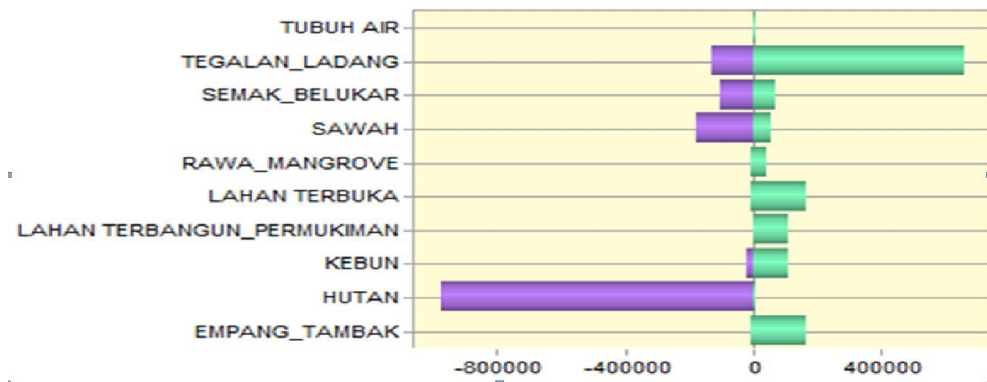
**Gambar 2**

Peta Tutupan/Penggunaan Lahan Tahun 2002



**Gambar 3**

Peta Tutupan/Penggunaan Lahan Tahun 2013

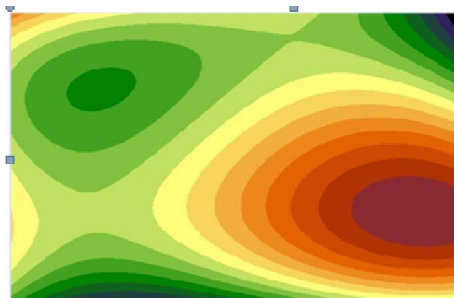


**Gambar 4** Penurunan dan Peningkatan Luasan Kelas Tutupan/Penggunaan Lahan Periode 2002-2013

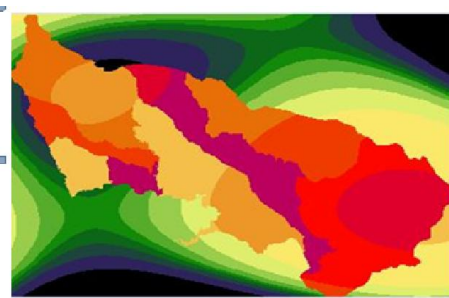
**Tabel 3.** Luas Dan Persentase Tutupan/Penggunaan Lahan Kabupaten Luwu Timur Tahun 2002 Dan 2013

Tutupan/penggunaan lahan	2002		2013		Perubahan	
	Luas (ha)	(%)	Luas (ha)	(%)	Luas (ha)	(%)
Empang/tambak	188.68	0.03	15 707.13	2.33	15 518.45	2.30
Hutan	531 418.40	78.83	443 646.02	65.81	-87 772.37	-13.02
Kebun	7 750.63	1.15	16 053.80	2.38	8 303.17	1.23
Terbangun/permukiman	6 372.75	0.95	16 484.96	2.45	10 112.21	1.50
Terbuka	1 878.86	0.28	17 254.79	2.56	15 375.93	2.28
Rawa/mangrove	389.05	0.06	4 259.87	0.63	3 870.82	0.57
Sawah	24 627.88	3.65	13 642.83	2.02	-10 985.05	-1.63
Semak/Belukar	10 826.25	1.61	8 166.14	1.21	-2 660.11	-0.39
Tegalan/Ladang	11 437.99	1.70	59 674.96	8.85	48 236.98	7.16
Tubuh Air	79 214.04	11.75	79 214.04	11.75	0.00	0
Jumlah	674 104.53	100	674 104.53	100		

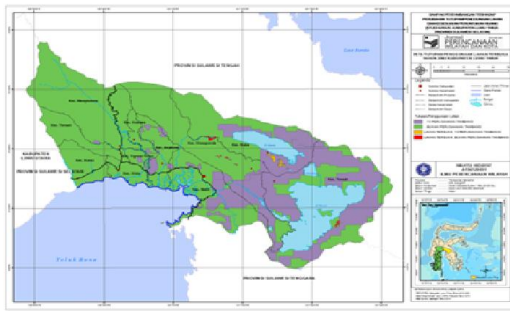
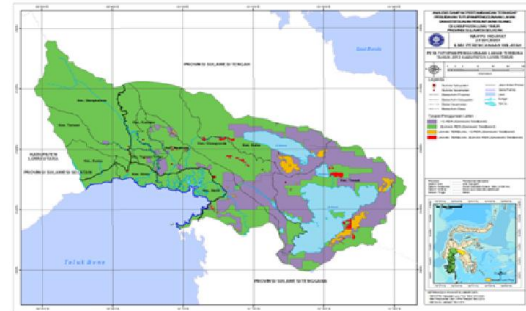
Penurunan luasan cukup tinggi dari kelas lahan hutan antara lain berasal kelas lahan terbuka sebesar 14 115.56 ha dan lahan terbangun/permukiman sebesar 3 340.59 ha. Peningkatan terbesar dari kelas lahan terbuka berasal dari kelas lahan hutan. Tren perkembangan lahan terbuka ke arah timur tenggara yang terkonsentrasi di Kecamatan Towuti dan lahan terbuka berada dalam kawasan tambang (Gambar 5 dan Gambar 6). Hal ini membuktikan bahwa pertambangan secara terbuka menyebabkan dampak terhadap keruangan yaitu terjadinya perubahan lahan dari hutan ke lahan terbuka. Pada tahun 2002 lahan terbuka berada di 4 kecamatan antara lain: Kecamatan Angkona, Towuti, Nuha dan Wasuponda (Gambar 7). Pada tahun 2013 lahan terbuka berada di 5 kecamatan antara lain: Kecamatan Malili, Angkona, Towuti, Nuha dan Wasuponda (Gambar 8). Peningkatan luasan terbesar dari lahan terbangun/permukiman berasal dari kelas lahan hutan. Tren perkembangan lahan terbangun/permukiman ke arah selatan tenggara yang terkonsentrasi di Kecamatan Malili.

**Gambar 5.**

Tren Perubahan Tutupan/ Penggunaan Lahan Hutan ke Lahan Terbuka Periode 2002-2013

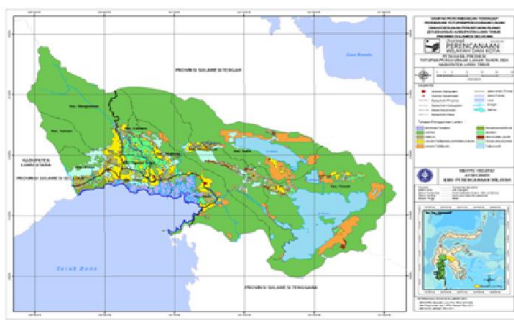
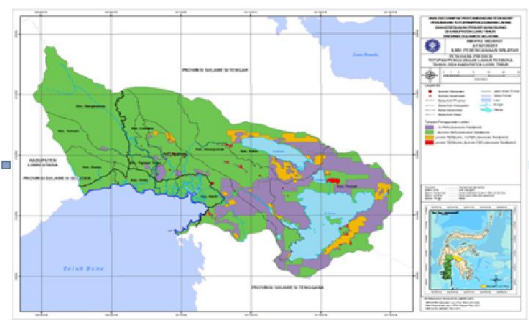
**Gambar 6.**

Tren Perubahan Tutupan/ Penggunaan Lahan Hutan ke Lahan Terbuka Periode 2002-2013

**Gambar 7.** Kelas Lahan Terbuka Tahun 2002**Gambar 8.** Kelas Lahan Terbuka Tahun 2013

### *Analisis Prediksi Tutupan/Penggunaan Lahan*

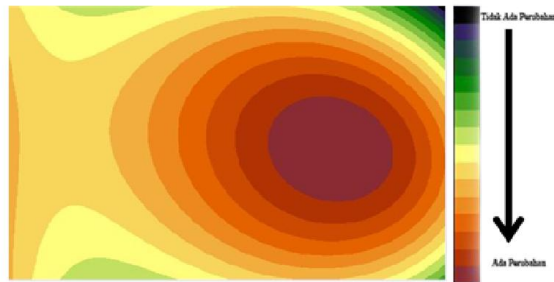
Berdasarkan hasil analisis prediksi perubahan tutupan/penggunaan lahan tahun 2024 (Tabel 3 dan Gambar 9), kelas tutupan/penggunaan lahan yang mengalami peningkatan luasan adalah kelas tutupan/penggunaan lahan terbangun/pemukiman sebesar 23 172.63 ha atau 3.44 % dan lahan lahan terbuka yang bertambah sebesar 19 947.56 ha atau 2.96 % (Gambar 10).

**Gambar 9**  
Peta Tutupan/Penggunaan Lahan Tahun 2024**Gambar 10**  
Kelas Lahan Terbuka Tahun 2024

**Tabel 4.** Luas Dan Persentase Tutupan/Penggunaan Lahan Kabupaten Luwu Timur Tahun 2013 dan 2024

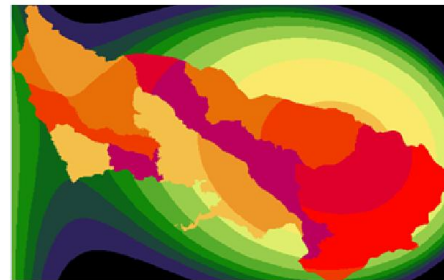
Tutupan / penggunaan lahan	2013		2024		Perubahan	
	Luas (ha)	(%)	Luas (ha)	(%)	Luas (ha)	(%)
Empang/Tambak	15 707.13	2.33	15 397.43	2.28	-309.70	-0.05
Hutan	443 646.02	65.81	422 900.30	62.74	-20 745.73	-3.08
Kebun	16 053.80	2.38	20 961.13	3.11	4 907.33	0.73
Terbangun/Permukiman	16 484.96	2.45	39 657.58	5.88	23 172.63	3.44
Terbuka	17 254.79	2.56	37 202.35	5.52	19 948.19	2.96
Rawa/Mangrove	4 259.87	0.63	4 262.48	0.63	2.61	0.00
Sawah	13 642.83	2.02	20 087.74	2.98	6 444.91	0.96
Semak/Belukar	8 166.14	1.21	4 445.13	0.66	-3 721.01	-0.55
Tegalan/Ladang	59 674.96	8.85	30 908.14	4.59	-28 766.82	-4.27
Tubuh Air	79 214.04	11.75	78 282.26	11.61	-931.78	-0.14
Jumlah	674 104.53	100	674 104.53	100		

Pada tahun 2024 kontribusi peningkatan luasan terbesar dari kelas terbangun/pemukiman berasal dari kelas lahan tegalan sebesar 21 668.06 ha atau 74.37%. Kontribusi peningkatan luasan terbesar kelas lahan terbuka berasal dari kelas lahan hutan sebesar 20 418 ha atau 98.19%. Kelas lahan terbuka berada di kawasan pertambangan dan 10 kecamatan antara lain: Kecamatan Wotu, Tomoni, Tomoni Timur, Mangkutana, Kalaena, Malili, Angkona, Towuti, Nuha, dan Wasuponda. Tren perkembangan lahan terbuka ke arah timur tenggara terkonsentrasi di Kecamatan Towuti, Nuha, dan Wasuponda (Gambar 11 dan Gambar 12).



**Gambar 11.**

Tren Perubahan Tutupan/ Penggunaan Lahan Hutan ke Lahan Terbuka Periode 2013-2024



**Gambar 12.**

Tren Perubahan Tutupan/Penggunaan Lahan Hutan ke Lahan Terbuka Periode 2013-2024

#### *Analisis Dampak Pertambangan*

Berdasarkan hasil analisis perubahan tutupan/penggunaan lahan yang telah dilakukan memperlihatkan bahwa terjadi perubahan tutupan/penggunaan lahan di Kabupaten Luwu Timur. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor pengaruh, antara lain yang menjadi faktor pengaruh terjadi perubahan tutupan/penggunaan meliputi alokasi RTRW untuk kawasan, lokasi tambang, dan lereng (Tabel 4).

**Tabel 5.** Faktor yang mempengaruhi perubahan tutupan/penggunaan lahan 2002-2013

n = 2022	Variabel	Hosmer and lemeshow test: Chi-square = 6.190, Sig= 0.402			
		B	Wald	Sig.	Exp (B)
	• Alokasi RTRW untuk kawasan (X <sub>1</sub> )	0.758	41.898	0.000	2.134
	• Lokasi tambang (X <sub>2</sub> )	0.274	7.393	0.007	1.315
	• Bentuk lereng (X <sub>3</sub> )	-0.321	60.695	0.000	0.726
	• Konstanta	0.038	0.74	0.786	1.039

Persamaan yang dihasilkan dari hasil binary logistic regression:

$$\text{Logit (Y)} = 0.038 + 0.758X_1 + 0.274X_2 - 0.321X_3$$

Variabel alokasi RTRW untuk kawasan dan lokasi tambang sangat signifikan terjadi perubahan tutupan/penggunaan lahan di Kabupaten Luwu Timur. Variabel lereng mempunyai lima kelas kemiringan dari kelas datar hingga sangat curam. Nilai negatif pada angka 0.321 menunjukkan semakin datar lereng, maka besar terjadi perubahan tutupan/penggunaan lahan di Kabupaten Luwu Timur. Salah satu faktor yang memengaruhi perubahan tutupan/penggunaan lahan adalah bentuk lereng dimana semakin datar maka peluang untuk berubah khususnya menjadi lahan terbangun/permukiman semakin besar (Bourne dalam Arkham 2014). Faktor tambang sangat

berpengaruh dalam perubahan tutupan/penggunaan lahan di Kabupaten Luwu Timur seharusnya menjadi perhatian penting dalam penataan ruang karena aktifitas pertambangan memberikan dampak terhadap perubahan tutupan/penggunaan lahan di Kabupaten Luwu Timur.

Data yang digunakan dalam melakukan regresi linear sederhana ini dapat dilihat pada tutupan lahan yang mengalami peningkatan cukup tinggi dan penurunan luas terbesar (Tabel 6).

**Tabel 6.** Nilai hasil analisis regresi linear sederhana

Variabel dependen (U)	Variabel independen (W) Luas lokasi tambang							
	r	R <sup>2</sup>	Annova		Coefficient			
			F	sig	B (Constant)	B	t	sig
• Lahan hutan menjadi lahan terbuka periode 2002-2013 (U <sub>1</sub> )	0,98	0.95	105.20	0.00	521.43	0.09	10.25	0.00
• Lahan hutan menjadi lahan terbangun/permukiman periode 2002-2013 (U <sub>2</sub> )	0.94	0.83	16.16	0.05	70.03	0.01	4.02	0.05
• Lahan hutan menjadi lahan terbuka Periode 2013-2024 (U <sub>3</sub> )	0.98	0.97	322.00	0.00	184.82	0.11	17.93	0.00
• Lahan hutan menjadi lahan terbangun/permukiman periode 2013-2024 (U <sub>4</sub> )	0.97	0.93	42.43	0.02	1.98	9.95	6.51	0.02

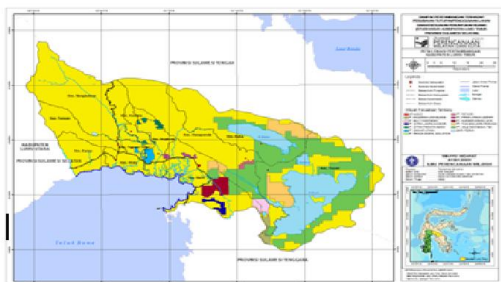
Persamaan yang dihasilkan dari hasil regresi linear sederhana untuk setiap perubahan adalah

$$Y_1 = 521.439 + 0.09W; Y_2 = 70.036 + 0.01W; Y_3 = 184.82 + 0.12W; Y_4 = 1.98 + 9.95W;$$

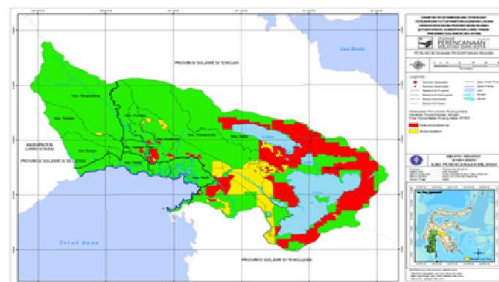
Dari tabel 6, variabel W mempunyai pengaruh terhadap variabel U artinya perubahan tutupan/penggunaan lahan hutan yang dikonversi menjadi lahan terbuka dan lahan terbangun/permukiman sebagai akibat dari tambang. Lahan terbuka dan lahan terbangun/permukiman untuk dikembalikan ke lahan hutan sangat kemungkinan kecil teralisasi karena membutuhkan waktu yang lama dan mahal untuk dikembalikan ke hutan. Waktu yang diperlukan untuk mencapai hutan stabil dari pertama penanaman sampai terbentuknya hutan stabil dibutuhkan waktu 75 tahun (Puspaningsih 2011).

#### *Analisis Kesesuaian Peruntukan Ruang*

RTRW Kabupaten Luwu Timur diatur dalam Peraturan Daerah (Perda) Kabupaten Luwu Timur Nomor 7 Tahun 2011. Tiga belas perusahaan tambang yang mendapatkan IUP dari dinas ESDM Kabupaten Luwu Timur belum diakomodir dengan baik dalam RTRW, pada pasal 20 ayat 1 pada Perda no 7 tahun 2011 Kabupaten Luwu Timur dan pasal 5 ayat 2 pada UU RI nomor 26 Tahun 2007 tentang penataan ruang mengisyaratkan kawasan pertambangan masuk ke dalam pengembangan kawasan budi daya. Luas total 13 perusahaan tambang sebesar 163 323.53 ha atau 24.23% dari luas Kabupaten Luwu Timur (Gambar 13). Berdasarkan hasil *overlay* diperoleh informasi konsistensi dan inkonsistensi peruntukan ruang (Gambar 14 dan Tabel 7).



**Gambar 13.**  
Peta Lokasi Pertambangan



**Gambar 14.**  
Peta Kesesuaian Peruntukan Ruang

**Tabel 7.** Konsisten (√) dan inkonsistensi (×) perusahaan tambang terhadap arahan pola ruang dan pola pemanfaatan ruang dalam RTRW Kabupaten Luwu Timur.

Arahan pola ruang dan pola pemanfaatan ruang dalam RTRW Kabupaten Luwu Timur	Perusahaan tambang <sup>1</sup>												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>A. Kawasan budidaya</b>													
1. Hutan produksi terbatas	√	√			√	√	√		√	√	√		
2. Hutan produksi tetap									√			√	
3. Hutan produksi konversi												√	
4. Lahan basah	√			√	√			√	√				
5. Lahan kering	√		√	√	√			√	√	√	√		√
6. Permukiman	√			√	√			√	√				
<b>B. Kawasan lindung</b>													
1. Hutan lindung	×	×	×	×	×			×	×	×	×		×
2. Cagar alam	×												
3. Konservasi perairan				×									
4. Tubuh air	×			×	×			×	×	×		×	×

Ket : <sup>1</sup>perusahaan tambang = (1) PT. Vale Indonesia, Tbk; (2) PT. Citra Lampia Mandiri; (3) PT. Panca Digital Solution; (4) PT. Prima Utama Lestari; (5) PT. Sumber Wahau Jaya; (6) PT. Billy Indonesia; (7) PT. Anugrah Jaya Buana; (8) PT. Damar Utama; (9) PT. Citra Prawita Abadi; (10) PT. Tiga Samudra Perkasa; (11) PT. Patiwiri; (12) Sari Perma; (13) Aphasko.

**Tabel 8** Luas inkonsistensi di kawasan tambang Kabupaten Luwu Timur dan Persentase inkonsistensi dari luas total kawasan tambang (%).

No	Perusahaan Tambang	Luas inkonsistensi kawasan tambang dan RTRW Kabupaten Luwu Timur				
		Hutan Lindung (ha)	Cagar Alam (ha)	Konservasi Perairan (ha)	Tubuh Air (ha)	Jumlah (ha)
1	PT Vale Indonesia, Tbk	81.209,68	2.568,43	0	1.241,01	85.018,78
2	PT Citra Lampia Mandiri	298,45	0	0	0	298,45
3	PT Panca Digital Solution	281,26	0	0	0	281,26
4	PT Prima Utama Lestari	1.098,78	0	4,32	4,86	1.107,95
5	PT Sumber Wahau Jaya	6.088,43	0	0	48,86	6.137,29
6	PT Damar Utama	2.452,63	0	0	33,29	2.485,92
7	PT Citra Prawita Abadi	421,98	0	0	10,26	432,24
8	PT Tiga Samudra Perkasa	19.267,17	0	0	1,62	19.268,79
9	PT Patiwiri	3,33	0	0	0	3,33
10	Sari Perma	0	0	0	6,03	6,03
11	Aphasko	0,18	0	0	2,97	3,15
12	PT Billy Indonesia	0	0	0	0	0
13	PT Anugrah Jaya Buana	0	0	0	0	0
	<b>JUMLAH</b>	<b>111.121,89</b>	<b>2.568,43</b>	<b>4,32</b>	<b>1.294,95</b>	<b>115.043,18</b>

Tabel 7 menunjukkan bahwa hanya terdapat 2 perusahaan tambang yang konsistensi terhadap tata ruang dengan total luas perusahaan tambang yang konsisten sebesar 48 280.34 ha atau 29.56% dan 11 perusahaan tambang yang inkonsistensi terhadap tata ruang dengan luasan sebesar 98 325.49 ha atau 70.44% dari luas total 13 perusahaan tambang (Tabel 8).

### Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini sebagai berikut.

1. Tutupan/penggunaan lahan di Kabupaten Luwu Timur pada periode 2002-2013 menunjukkan kelas tutupan/penggunaan yang mengalami penurunan luasan terbesar antara lain hutan sebesar 87 772.37 ha atau 13.02%. Kelas tutupan/ penggunaan yang mengalami peningkatan luasan cukup tinggi antara lain lahan terbangun/ permukiman sebesar 10 112.21 ha atau 1.50% dan lahan terbuka sebesar 15 375.93 ha atau 2.28%. Perubahan tutupan/penggunaan lahan khususnya lahan terbuka dan lahan terbangun/permukiman signifikan bertambah dengan jumlah perusahaan tambang yang ada karena pada tahun 2002 hanya terdapat 1 perusahaan tambang yang memiliki IUP Kabupaten Luwu Timur dan pada tahun 2013 terdapat 13 perusahaan tambang yang memiliki IUP Kabupaten Luwu Timur.
2. Hasil prediksi tutupan/penggunaan lahan tahun 2024 menunjukkan kelas tutupan/penggunaan yang mengalami penurunan luasan terbesar meliputi tegalan sebesar 28 766.82 ha atau 4.27%. Kelas tutupan/penggunaan yang mengalami peningkatan luasan adalah kelas lahan terbangun/pemukiman sebesar 23 172.63 ha atau 3.44 % dan lahan lahan terbuka yang bertambah sebesar 19 947.56 ha atau 2.96%. Pada tahun 2013, lahan terbuka Kabupaten Luwu Timur berada di 5 kecamatan antara lain Kecamatan Malili, Angkona, Towuti, Nuha Dan Wasuponda. Pada tahun 2024, lahan terbuka Kabupaten Luwu Timur berada di 10 kecamatan antara lain Kecamatan Wotu, Tomoni, Tomoni Timur, Mangkutana, Kalaena, Malili, Angkona, Towuti, Nuha, dan Wasuponda.
3. Faktor kawasan, tambang, dan lereng sangat berpengaruh dalam perubahan semua kelas tutupan/penggunaan lahan di Kabupaten Luwu Timur. Luas lokasi Tambang berpengaruh dalam perubahan lahan hutan menjadi lahan terbuka dan lahan hutan menjadi lahan terbangun di Kabupaten Luwu Timur.
4. Dari 13 perusahaan tambang, hanya 2 perusahaan yang konsisten dan 11 perusahaan tambang yang inkonsisten terhadap tata ruang (RTRW) Kabupaten Luwu Timur.

Berdasarkan hasil penelitian ini, saran yang diusulkan sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait dengan perubahan dan prediksi tutupan/penggunaan lahan yang mempertimbangkan program reklamasi tambang dari perusahaan tambang serta penelitian dampak pertambangan terhadap lingkungan hidup
2. Diusulkan pada masa mendatang, dalam penetapan kawasan strategis nasional, perlu dilengkapi dengan peta-peta pendukung yang jelas, akurat, dan tepat, baik dalam hal luas, posisi geografis, dan variabel-variabel yang digunakan dalam penetapan kawasan strategis nasional agar tidak tumpang tindih dengan kawasan dan kewenangan lainnya suatu wilayah
3. Perlu pengawasan terhadap kawasan pertambangan dengan mempertimbangkan perundangan-undangan, peraturan daerah, RTRW dan pemilik lahan, lahan yang akan di tambang untuk menghindari timbulnya tumpang tindih kawasan, konflik, dan benturan kepentingan antar sektor dan aktor .



## Daftar Pustaka

- Ahyani, M (2011) *Pengaruh Kegiatan Penambangan Emas terhadap Kondisi Kerusakan Tanah Pada Wilayah Pertambangan Rakyat di Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara*. Tugas Akhir Program Studi Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro.
- Albrechts, L (2006). Shifts in strategic spatial planning? Some evidence from Europe and Australia. *Environment and Planning A* 38(6),1149-1170. doi:10.1068/a37304
- Arkham, HS (2014) *Manajemen Lanskap Ruang Terbuka Biru di Daerah Aliran Sungai Ciliwung*. Tesis. Institut Pertanian Bogor
- As-Syakur, A.R., I.W. Suarna, I.W. Sandi Adnyana, I. W. Rusna, I.A Alit Laksmiwati, I.W. Diara (2009) Studi Perubahan Penggunaan Lahan di DAS Badung. *Jurnal Bumi Lestari*. 10(2), 200-208.
- Bangun EPP (2008) *Analisis Inkonsistensi Tata Ruang dan Faktor-Faktor yang mempengaruhi Inkonsistensi Pola Penggunaan Lahan di Kota Bogor*. Tugas Akhir Program Studi Ilmu Tanah. Institut Pertanian Bogor
- Dwiprabowo, H., A. Ngalken, A.N. Gintings, N. Sakuntaladewi, R. Mariyani, I. Alviya, D. Wicaksono, V.B. Arifanti, D. Djaenudin, T.D. Sentosa, N. Kurniasih, dan S. Rahman (2012) *Development of a Time Series Analysis of the Primary Economic and Policy Aspects of Land Use Change*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan – Kementerian Kehutanan.
- Eastman, J. R (2012) *IDRISI selva manual and tutorial manual version 17*. Worcester (USA): Clark University.
- Ginting, A.Y. , S. Latifah, Rahmawaty (2012) Analisis Perubahan Tutupan Lahan Kabupaten Karo. *Peronema Forestry Science Journal* 1(1).
- Gunawan, A. , INS Jaya, dan M.B. Saleh (2010) Quick Techniques in Identifying Open Area by the Use of Multi Spatial and Multidate Imageries. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 16(2):63-72.
- Hidayat, W (2014) *Analisis Dampak Pertambangan terhadap Pengembangan Wilayah di Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan*. Tugas Akhir memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Ilmu Perencanaan Wilayah Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Hu, Dan, G. Yang, Q. Wu, H. Li, X. Liu, X. Niu, Z. Wang, and Q. Wang (2008) Analyzing Land Use Changes in the Metropolitan Jilin City of Northeastern China Using Remote Sensing and GIS. *Sensors* 8(9), 5449-5465. doi:10.3390/s8095449
- Kim, Ilkwon, G.Y. Jeong, S.J. Park, and J. Tenhunen (2011) Predicted land use change in the Soyang River Basin, South Korea. *2011 Terreco Science Conference, October 2-7, 2011, Karlsruhe Institute of Technology, Garmish-Pasrtenkirchen, Germany*.
- Kusuma, A.P (2008) Menambang tanpa merusak lingkungan. Buletin Tata Ruang, Juli – Agustus. Diperoleh dari <http://www.penataanruang.net/bulletin/index.asp?mod=fullart&idart=88>
- Marakarma, A.H (2009) Pengelolaan Danau Kaskade; Matano, Mahalona, Towuti (Kompleks Danau Malili) *Wordpress*, 13 Agustus. Diperoleh dari <http://menyelamatkanandanau limboto.wordpress.com/kndi-i/andi-hatta-marakarma/>
- Munibah, . (2008) *Model Spasial Perubahan Penggunaan Lahan dan Arah Penggunaan Lahan Berwawasan Lingkungan (Studi Kasus DAS Cidanau, Provinsi Banten)*. Tugas Akhir Program Studi Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan. Institut Pertanian Bogor
- Nachrowi, N. D. dan Usman H (2002) *Penggunaan teknik ekonometrik*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Pribadi, D.O, D. Shiddiq, dan M. Ernyanila (2006). Model perubahan tutupan lahan dan faktor-faktor yang mempengaruhi. *Jurnal teknologi lingkungan P3TL-BPPT*, 7(1),35-51.



- Puspaningsih, N (2011) *Pemodelan Spasial Dalam Monitoring Reforestasi Kawasan Pertambangan PT Inco Di Sorowako, Sulawesi Selatan*. Tugas Akhir Program Studi Ilmu Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Institut Pertanian Bogor.
- Rustiadi, E., S. Saefulhakim, dan D.R. Panuju (2011) *Perencanaan dan pengembangan wilayah*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Sandin, L (2009) The relationship between land-use, hydromorphology and river biota at different spatial and temporal scales: a synthesis of seven case studies. *Fundamental and Applied Limnology*, 174(1), 1–5.
- Sihombing, B. H (2013) Analisis perubahan tutupan lahan areal konsessi tambang PT.Kaltim Prima Coal. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 11(2), 83-89.
- Toren, T. dan E. Ünal (2001) Assessment of Open Pit Coal Mining Impacts Using Remote Sensing: A Case Study from Turkey. *International Mining Congress and Exhibition of Turkey- IMCET2001*.
- Trisasongko, B.H. , D.R. Panuju, L.S. Iman, V.Anjani, Harimurti, A.F. Ramly, dan H. Subroto (2009) Analisis Dinamika Konversi Lahan di Sekitar Jalur Tol Cikampek. *Publikasi Teknis DATIN*. Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Tuni, M.Z. (2013). *Perencanaan Penggunaan Lahan Pascatambang Nikel Untuk Mendukung Pengembangan Wilayah Di Kabupaten Halmahera Timur*. Tugas Akhir Program Studi Ilmu Perencanaan Wilayah Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan. Institut Pertanian Bogor.
- Tuni, Muhammad Siraz (2013) *Perencanaan Penggunaan Lahan Pascatambang Nikel untuk Mendukung Pengembangan Wilayah di Kabupaten Halmahera Timur*. Tesis Program Studi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Václavík, T. dan J. Rogan (2009) Identifying trends in land use/land cover changes in the context of post-socialist transformation in central Europe: a case study of the greater olomouc region Czech Republic. *Journal GIScience & Remote Sensing*, 46(1), 54-76.
- Winardi, W dan A.B. Cahyono (2005) Studi Perubahan Tutupan Lahan Dengan Citra Landsat Menggunakan Geographic Resources Analysis Support System (Grass). *Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV*.
- Yulita (2011) *Perubahan penggunaan lahan dalam hubungannya dengan aktivitas pertambangan di Kabupaten Bangka Tengah*. Tesis Program Magister Pertanian. Institut Pertanian Bogor.