

Prediksi Pertumbuhan Lahan Terbangun pada Wilayah Selatan Kota Kendari Berbasis *Cellular Automata*

Westi Susi Aysa^{1)*}, Ihsan²⁾, Isfa Sastrawati³⁾

¹⁾Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Email: westisusiaysa79@gmail.com

²⁾Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Email: ace.ihsan@gmail.com

³⁾Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Email: isfa.sastrawati@gmail.com

ABSTRACT

Land use change from non built up land into smaller plots is one phenomenon in urban areas that has relevance to a wide range of environmental issues that are vulnerable to disasters. Southern region of Kendari is a region whose development is quite rapid this is indicated by the number of land conversion non built up smaller plots resulting in several problems such as flooding that occurred. The way to anticipate by seeing growth trends of the land in the future. The purpose of this study is to identify the characteristics (direction and extent) of land growth during the last 10 years, identify the factors that influence the growth of non built up land and predict the growth of built up land 10 years to come. The analytical method used is the interpretation's technique of satellite imagery (Landsat), spatial analysis using GIS and CA-Markov analysis with the help software idrisi selva 17. In this study the value for measuring the validity of the data and the results of prediction is using the kappa's value. The study showed that the direction of growth of built up land during the last 10 years is leading to the south and east of the study site and widely increments of 50.18%. Factors affecting the growth of built up land that is the availability of public facilities, accessibility, government policies and the physical condition of the land (slope and topography). Growth forecast land up until 2024 that is experienced in increments of 1864.89 hectares or 21.07% with the addition of as many as 20.813 cells. The tendency towards the growth of land up to 2024 which led to the south, east and north of the location of the research with kappa's value reaches 87% or classified as very good.

Keywords: Growth, Land Built, Cellular Automata, City of Kendari

ABSTRAK

Perubahan lahan dari lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun merupakan salah satu fenomena pada wilayah perkotaan yang memiliki keterkaitan dengan berbagai isu lingkungan yang rentan terhadap terjadinya bencana. Wilayah selatan Kota Kendari merupakan wilayah yang perkembangannya cukup pesat yang ditandai dengan banyaknya konversi lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun sehingga menimbulkan beberapa permasalahan seperti banjir. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi karakteristik (arah dan luas) pertumbuhan lahan selama 10 tahun terakhir, mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lahan terbangun, serta memprediksi pertumbuhan lahan terbangun (arah dan luas) 10 tahun yang akan datang. Metode analisis yang digunakan adalah teknik interpretasi citra satelit (landsat), analisis spasial dengan menggunakan GIS dan analisis CA-Markov dengan bantuan software Idrisi Selva 17. Pada penelitian ini, nilai untuk mengukur kevalidan data dan hasil prediksi adalah dengan menggunakan nilai kappa. Hasil studi menunjukkan bahwa arah pertumbuhan lahan terbangun selama 10 tahun terakhir ialah mengarah ke arah selatan dan timur lokasi penelitian dan luas penambahan sebesar 50,18%. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lahan terbangun yakni faktor ketersediaan fasilitas umum, aksesibilitas, kebijakan pemerintah dan kondisi fisik lahan (kemiringan lereng dan topografi). Prediksi pertumbuhan lahan terbangun hingga tahun 2024 yakni mengalami penambahan sebesar 1.864,89 Ha atau 21,07% (penambahan sel sebanyak 20.813 sel) dari luas lahan tahun 2014. Kecenderungan arah pertumbuhan lahan terbangun untuk tahun 2024 yakni mengarah ke selatan, timur dan utara lokasi penelitian dengan nilai kappa mencapai 87% atau tergolong sangat baik.

Kata Kunci: Pertumbuhan, Lahan Terbangun, *Cellular Automata*, Kota Kendari

PENDAHULUAN

Perubahan penggunaan lahan merupakan salah satu fenomena yang memiliki keterkaitan dengan

berbagai isu lingkungan yang rentan terhadap terjadinya bencana ketika tidak dilakukan kajian sejak dini dalam perencanaannya. Oleh karena itu,

*Corresponding author.

Jalan Poros Malino km. 6 Bontomarannu, Gowa
Sulawesi Selatan, Indonesia, 92711

dalam perencanaan guna lahan perlu dilakukan beberapa kajian misalnya prediksi perubahan guna lahan, sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam arahan perencanaan guna lahan di masa yang akan datang. Selain itu, kajian yang dilakukan untuk mengantisipasi perubahan guna lahan diharapkan dapat membantu mewujudkan penggunaan lahan yang berkelanjutan yakni dapat memenuhi kebutuhan.

Kota Kendari secara umum berada pada daratan rendah tepi pantai dan sebagian besar merupakan lahan-lahan bekas rawa yang dikembangkan sebagai kawasan permukiman atau kawasan terbangun (RTRW Kota Kendari). Kota Kendari tergolong kota yang mengalami pertumbuhan yang cukup signifikan secara fisik dalam kurun waktu 5 (lima) tahun terakhir. Hal ini ditandai dengan pola perkembangan Kota Kendari yang terjadi dari arah Utara ke Barat dan selanjutnya mengarah ke Selatan kota yang memiliki fungsi utama sebagai kawasan pemerintahan provinsi, perguruan tinggi, kawasan industri dan pelabuhan. Selain itu, semakin meningkatnya investasi swasta dibidang perumahan *real estate*, pembangunan ruko dan konversi lahan dari tidak terbangun menjadi lahan yang terbangun.

Oleh karena itu, untuk mengantisipasi pertumbuhan lahan yang tidak terkendali beserta dampak yang akan ditimbulkan, perlu adanya kajian tentang pertumbuhan lahan terbangun dalam jangka waktu tertentu. Sehingga, dapat menjadi rekomendasi bagi pemerintah dalam menentukan arah perkembangan dan pertumbuhan kota di masa depan. Pertumbuhan lahan terbangun secara spasial dapat diprediksi dengan menggunakan metode permodelan. Model *cellular automata* merupakan salah satu model spasial yang mampu memprediksi perubahan tutupan lahan/penggunaan lahan, sehingga dalam penggunaannya memungkinkan untuk memprediksi pertumbuhan lahan terbangun. Selain itu, dalam meningkatkan akurasi permodelan, *cellular automata* dapat diintegrasikan dengan model lain yakni model rantai markov (*markov-chain*) dengan konsep probabilitas yang dapat memudahkan memprediksi perubahan lahan.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi karakteristik (arah dan lusa) pertumbuhan lahan

selama 10 tahun terakhir, mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lahan terbangun, dan memprediksi pertumbuhan lahan terbangun (arah dan luas) 10 tahun yang akan datang.

TINJAUAN PUSTAKA

Lahan merupakan material dasar dari suatu lingkungan yang diartikan berkaitan dengan sejumlah karakteristik alami yakni iklim, geologi, tanah, topografi, hidrologi dan biologi (Aldrich, 1981 dalam Pratama, 2012). Dalam perspektif perencanaan tata guna lahan, lahan menurut Dent dan Young dalam Baja (2012:61), didefinisikan sebagai ruang yang terdiri dari seluruh elemen lingkungan fisik sejauh memiliki potensi dan pengaruh terhadap penggunaan lahan. Oleh karena itu, lahan tidak hanya merujuk pada tanah tetapi juga termasuk aktivitas yang berhubungan dengan semua faktor yang relevan dari lingkungan biofisik seperti geologi, bentuk lahan, topografi, vegetasi dan termasuk aktivitas dibawah, pada dan di atas permukaan tanah. Serta faktor yang berkaitan dengan kegiatan, ekonomi, sosial dan budaya (Baja, 2012:62). Lahan terbangun (*built up area*) merupakan lahan yang sudah mengalami proses pembangunan atau perkerasan yang terjadi di atas lahan tersebut.

Tabel 1. Faktor yang mempengaruhi perubahan lahan

No.	Penulis/ Sumber	Faktor yang mempengaruhi perubahan lahan
1.	Harini (2007) dalam Wijaya dan Bowo (2013)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Ketersediaan Fasilitas Umum ➢ Aksesibilitas ➢ Karakteristik Lahan ➢ Karakteristik Kepemilikan Lahan ➢ Inisiatif pengembangan perumahan oleh <i>developer</i> ➢ Kebijakan Pemerintah ➢ Pertumbuhan Penduduk
2.	Hermawan (2012)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Faktor Pendorong Berupa Ketetanggan Lahan, Jaringan Jalan, Hierarki Kota, Kemiringan Lereng 1-15% Aksesibilitas ➢ Faktor Penghambat Berupa Kemiringan Lereng >15%, Keberadaan Hutan Lindung, Ruang Terbuka dan Tubuh Air Karakteristik Kepemilikan Lahan
3.	Wijaya dan Bowo (2013)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ Faktor pendorong berupa jarak terhadap pusat kegiatan, jarak terhadap pusat industri, jarak terhadap pusat ekonomi, jarak terhadap pusat kegiatan, jarak terhadap jalan utama, jarak terhadap jalan non utama dan jarak terhadap lahan terbangun eksisting

No.	Penulis/ Sumber	Faktor yang mempengaruhi perubahan lahan
		➢ Faktor penghambat berupa keadaan relief (kemiringan lereng)
4.	Skole dan Tucker (1993) dalam Karsidi (2004)	➢ Faktor Pertumbuhan Penduduk (Jumlah Dan Distribusinya) ➢ Pertumbuhan Ekonomi ➢ Faktor Fisik Berupa Topografi, Jenis Tanah Dan Iklim
5.	Peruge (2013)	➢ Kemiringan Lereng ➢ Kawasan Industri ➢ Keberadaan Kawasan Permukiman ➢ Jaringan Jalan ➢ Rencana Jalan
6.	Barlowe (1986) dalam Peruge (2013:6)	➢ Faktor Fisik Lahan ➢ Faktor Ekonomi ➢ Faktor Kelembagaan ➢ Faktor Kondisi Sosial Budaya Masyarakat, Pertumbuhan Penduduk
7.	Silalahi (1992) dalam Rahayu (2010:33)	➢ Faktor Institusi/Hukum Pertanahan ➢ Faktor Fisik ➢ Faktor Ekonomi ➢ Faktor Kependudukan
8.	Sitorus (1986) dalam Rahayu (2010)	Faktor Sosial Ekonomi Meliputi Letak Lahan Dalam Hubungan-nya Dengan Pasar, Transportasi, Permukiman dan Aktivitas Manusia Lainnya.
9.	Yunus, 2010 dalam Rahayu (2010) Zulkaidi (1999) dalam Rahayu (2010)	➢ Faktor Geografis ➢ Topografi ➢ Faktor Politik (Peraturan Pemerintah) ➢ Faktor Fisik (Tumbuhnya Pusat-Pusat Kegiatan, Ketersediaan Fasilitas dan Infrastruktur Aksesibilitas ➢ Faktor Ekonomi (Harga Lahan Dan Mata Pencaharian Penduduk) ➢ Faktor Penduduk

Sumber: Tercantum dimodifikasi oleh penulis, 2014

Penginderaan jauh didefinisikan sebagai suatu metode untuk mengenal dan menentukan objek di permukaan bumi tanpa melalui kontak langsung dengan objek tersebut. Penginderaan jauh telah dimanfaatkan pada banyak aplikasi pemantauan bumi termasuk pemantauan perubahan penggunaan lahan yang bisa dilakukan dengan pendekatan berupa perbandingan peta tematik dalam waktu tertentu. Interpretasi penggunaan lahan dari citra satelit dimaksudkan untuk memudahkan deliniasi area/unit-unit penggunaan lahan. Salah satu syarat dari teknik sederhana yang digunakan untuk mengkaji atau melakukan evaluasi terhadap perubahan, termasuk untuk mengetahui sejauh mana perubahan penggunaan lahan kota telah terjadi, adalah dengan cara

menginterpretasi dua citra yang berbeda waktu perekamannya (multitemporal).

Interpretasi citra merupakan proses mengkaji foto udara atau citra satelit dengan maksud mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut. Dalam melakukan interpretasi citra diperlukan sistem klasifikasi lahan. Saat ini tidak terdapat sistem klasifikasi lahan yang pasti atau yang menjadi standar di Indonesia.

Tabel 2. Klasifikasi lahan menurut Anderson

Kelas Penggunaan Lahan dalam penelitian	Kelas Penggunaan Lahan Level I
Lahan terbangun	<i>Urban</i> atau <i>Built-up Land</i>
	1. <i>Agriculture Land</i>
	2. <i>Rangeland</i>
	3. <i>Forest Land</i>
Lahan tidak terbangun	4. <i>Water</i>
	5. <i>Wetland</i>
	6. <i>Barren Land</i>
	7. <i>Tundra</i>
	8. <i>Perennial Snow</i>

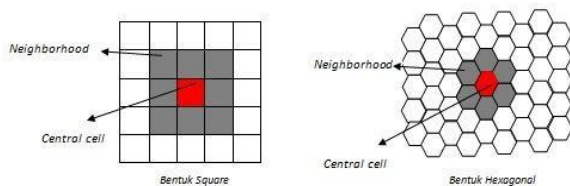
Sumber: Anderson (1976) dalam Susilo, 2008

Pada penelitian ini menggunakan data citra dengan resolusi sedang (30 x 30m) yakni citra satelit landsat 7 dan 8. Kedua landsat ini digabungkan sehingga saling melengkapi, hal ini dikarenakan ada beberapa kelebihan dan kekurangan di kedua landsat tersebut. Untuk memudahkan menginterpretasi citra landsat perlu dilakukan *composite band* yakni proses menggabungkan band-band yang ada pada citra landsat untuk menghasilkan citra yang dapat memudahkan interpretasi.

Tabel 3. Perbedaan warna *composite band*

	Composite Band 3,2,1 (true colour)	Composite Band 3,2,1 (false colour)
Objek vegetasi (lahan tidak terbangun)	Sesuai warna yang ada di lapangan (hijau)	Jingga
Objek lahan terbangun	Sesuai warna yang ada di lapangan (coklat untuk genting)	Warna Biru: Semakin padat lahan terbangun di suatu daerah rona yang terbentuk semakin cerah dan sebaliknya
Objek jalan	Tidak dapat dibedakan/ tersamarkan dengan objek lahan terbangun	Dapat dibedakan dengan objek lahan terbangun

Cellular Automata (CA) merupakan model yang bersifat dinamis yang mengintegrasikan dimensi ruang dan waktu. CA adalah model sederhana dari proses terdistribusi spasial (*spatial distributed process*) dalam GIS. Data terdiri dari susunan sel-sel (*grid*), dan masing-masing diatur sedemikian rupa sehingga hanya diperbolehkan berada di salah satu dari beberapa keadaan. Dengan menggunakan informasi ini, setiap sel menerapkan aturan sederhana untuk menentukan apakah harus berubah, dan pada keadaan apa harus berubah. Langkah dasar tersebut diulang terus pada seluruh susunan sel secara terus-menerus hingga mendapatkan suatu keadaan tertentu. Rencana tata guna lahan berkaitan dengan parameter yang kompleks, namun tetap dapat direpresentasikan dalam bentuk satuan informasi dalam bentuk *grid*, sehingga pendekatan CA dapat diterapkan. Bentuk *pixel cellular automata* diperlihatkan pada gambar berikut:



Gambar 1. *cellular automata*

Rantai markov adalah suatu bidang paling mendasar dari studi tentang probabilitas, yang saat ini juga telah berkembang dalam ilmu spasial, dan saat ini banyak diterapkan di bidang penelitian perubahan tata guna lahan (*land use change*). Dalam teori probabilitas statistik, yang dianalisis dalam proses markov adalah fenomena yang berubah terhadap waktu secara acak untuk keadaan tertentu. (Baja, 2012). *Subclass* penting rantai markov adalah fenomena yang berjalan acak (*random walks*). Teori ini dicirikan dengan proses acak, dimana distribusi bersyarat dari apa yang terjadi pada masa yang akan datang, hanya bergantung pada kondisi sekarang dan bukan pada masa lalu.

Rantai markov merupakan sebuah proses stokastik yang menggambarkan peluang pencapaian sebuah keadaan dari keadaan lainnya. Istilah keadaan merepresentasikan variabel yang perubahannya dimodelkan dalam simulasi. Rantai markov adalah

model yang umum digunakan untuk memodelkan perubahan tata guna lahan dan tutupan lahan pada skala spasial yang beragam. *Markov chain* merupakan proses acak dimana semua informasi tentang masa depan terkandung di dalam keadaan sekarang (yaitu orang tidak perlu memeriksa masa lalu untuk menentukan masa depan). Untuk lebih tepatnya, proses memiliki properti markov, yang berarti bahwa bentuk kedepan hanya bergantung pada keadaan sekarang dan tidak bergantung pada bentuk sebelumnya.

Secara umum koefisien Cohen's Kappa dapat digunakan untuk mengukur tingkat kesepakatan (*degree of agreement*) dari dua penilai dalam mengklasifikasikan objek ke dalam grup/kelompok dan mengukur kesepakatan alternatif metode baru dengan metode yang sudah ada. Pada permodelan, *kappa accuracy* merupakan validasi model yang sering digunakan untuk menguji kualitas hasil klasifikasi tutupan lahan atau perubahan lahan berbasis data penginderaan jauh adalah *kappa accuracy* (Jensen dalam Peruge, 2013).

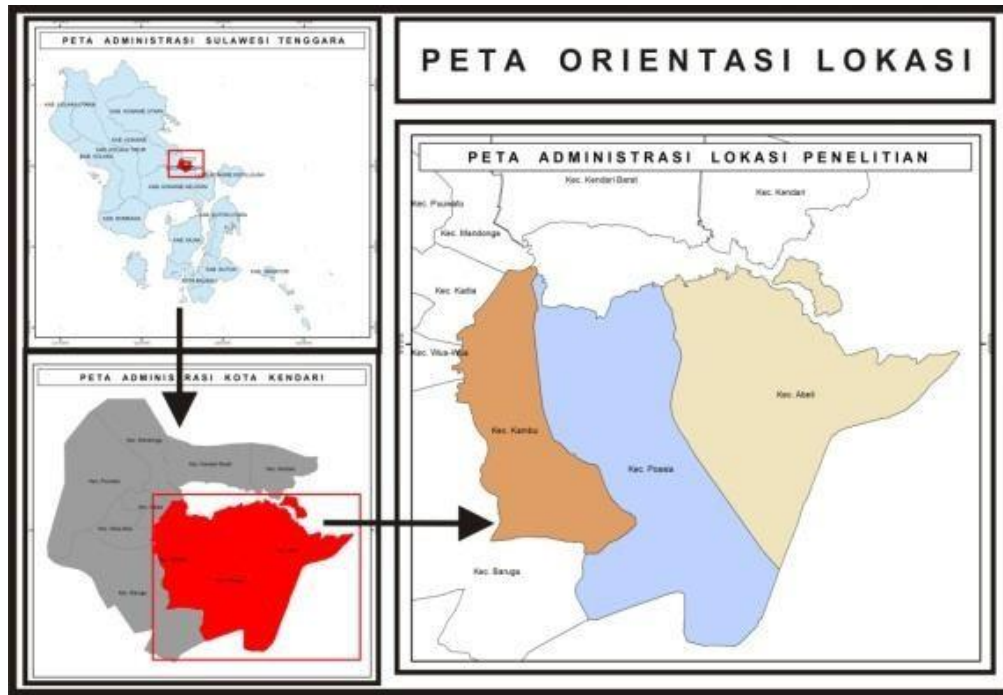
Tabel 4. Nilai Ambang Batas untuk membedakan Tingkat Kecocokan dari Nilai Kappa

Nilai	Tingkat Kecocokan
<0,05	Tidak Ada
0,05	Sangat jelek
0,2	Jelek
0,2	Sedang
0,55	Agak Baik
0,7	Baik
0,85	Sangat Baik
0,99	Sempurna

Sumber: Pontius dalam Peruge, 2013

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pola atau model perkembangan termasuk perubahannya sebagai fungsi dari waktu (Santoso, 2005). Lokasi penelitian ini mencakup 3 (tiga) kecamatan di Kota Kendari, yaitu Kecamatan Kambu, Poasia dan Abeli. Pemilihan 3 kecamatan dari 14 kecamatan di Kota Kendari didasarkan oleh kondisi eksisting yang menunjukkan bahwa maraknya pembangunan (pertumbuhan lahan terbangun) mengarah ke selatan kota atau ke arah 3 (tiga) kecamatan tersebut.



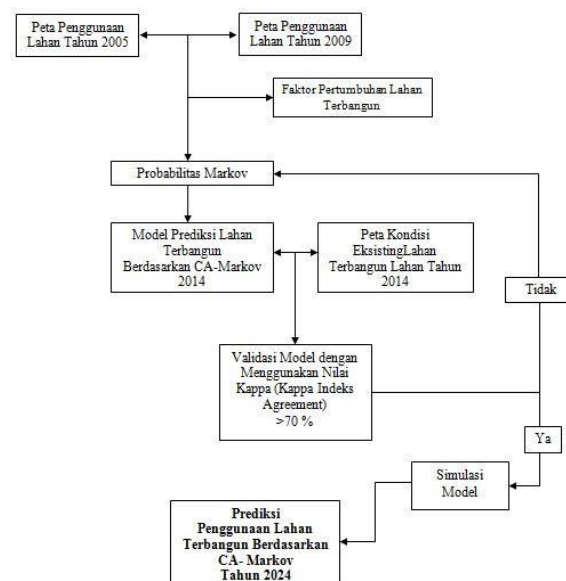
Gambar 2. Lokasi penelitian

Teknik pengumpulan data dibedakan berdasarkan jenis data yakni data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan melalui observasi langsung dan dokumentasi, sedangkan pengumpulan data sekunder dilakukan melalui studi literatur dari berbagai buku, jurnal dan literatur lainnya serta survei internet berupa pengambilan data citra landsat dan survei instansi terkait.

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, analisis karakteristik pertumbuhan lahan, spasial dan prediksi pertumbuhan lahan terbangun. Analisis karakteristik pertumbuhan lahan 10 tahun terakhir dengan tahun pengambilan 2005, 2009 dan 2014. Pengambilan citra yang dibantu dengan metode penginderaan jauh melalui *software* USGS dan diolah kembali dengan metode penggabungan band (*composite band*) dan interpretasi visual serta digitasi menggunakan ArcGis 10.1. Selanjutnya, untuk mendapatkan faktor pengaruh pertumbuhan lahan terbangun dilakukan analisis spasial dimana factor-faktor didapatkan dari kajian literatur dan observasi langsung. Analisis ini dilakukan dengan melihat pengaruh faktor terhadap pertumbuhan lahan terbangun selama 10 tahun terakhir.

Terakhir, alat analisis yang digunakan untuk prediksi pertumbuhan lahan terbangun ialah

software Idrisi Selva17 yang tersusun dari prinsip *cellular automata* dan probabilitas rantai markov. Data yang digunakan untuk memprediksi ke tahun 2014 ialah lahan terbangun tahun 2005 dan 2009. Langkah awal yang dilakukan adalah memprediksi lahan terbangun ke tahun 2014. Hasil prediksi selanjutnya divalidasi kecocokannya dengan nilai kappa, jika nilai yang dihasilkan lebih dari 70% (0,7) yang tergolong baik maka dapat dilakukan prediksi lahan terbangun ke tahun 2024 (10 tahun yang akan datang) dengan menggunakan data awal lahan terbangun tahun 2014. Berikut skema atau kerangka pembentukan model:





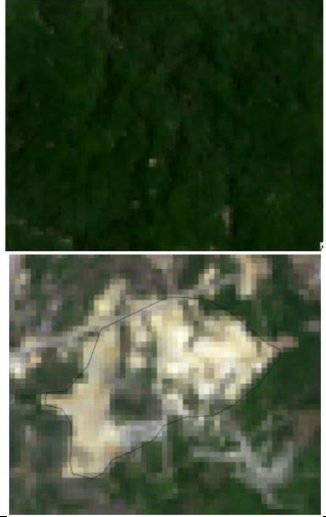




Gambar 3. Kerangka pembentukan model

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode penggabungan band (*composite band*) dan interpretasi visual. Penggabungan band (*composite band*) yang dimaksud ialah *band* 321 untuk landsat TM+7 dan 432 untuk landsat 8. Tujuan penggabungan *band*

yaitu, untuk memberikan gambaran seperti halnya pada keadaan sebenarnya. interpretasi visual yakni menginterpretasikan citra satelit berdasarkan warna, rona, bentuk dll. Berikut hasil interpretasi citra landsat TM+7 dan 8 dengan komposit band 321 dan 754 (*natural colour*):

Gambar 5. Hasil interpretasi citra landsat tm+7 dan citra landsat 8 dengan menggunakan *composite band natural colour*

No.	Klasifikasi Lahan	Rincian Penggunaan Lahan	Kenampakan Citra Satelit	Foto
1.	Lahan terbangun	Permukiman, perdagangan, industri, pemerintahan, dll		
2.	Lahan tidak terbangun	Hutan lahan kosong		 
3.	Tubuh air	Sungai, rawa, dan tambak		

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa lahan terbangun memiliki ciri visual yakni berwarna kecoklatan dan kerapatannya lebih tinggi, cenderung berkelompok dan memanjang mengikuti jalan (linear), hal ini ditunjukkan dengan gambaran permukiman, perdagangan dll. Sebaliknya, lahan tidak terbangun memiliki ciri visual yakni warna hijau yang ditandai dengan hutan. Hasil interpretasi citra diatas menunjukkan luasan lahan selama 10 tahun terakhir, baik dari penambahan luasan atau arah perkembangan

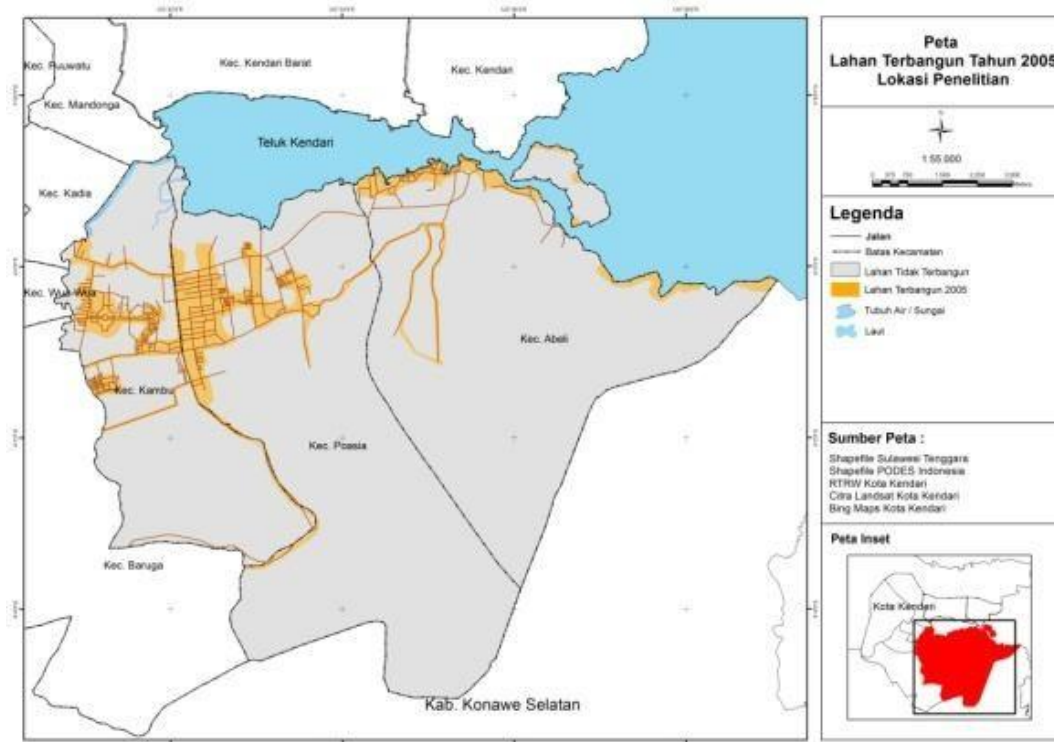
lahan terbangun dan pengurangan luasan lahan tidak terbangun.

Tabel 6. Luas lahan tahun 2005, 2009 dan 2014

No.	Klasifikasi Lahan	Luas Lahan/Tahun (Ha)		
		2005	2009	2014
1.	Lahan terbangun	1016,49	1639,64	2835,66
2.	Lahan tidak terbangun	9362,05	8738,88	7530,66
3.	Tubuh air	23,74	23,74	23,74
Total		10402,27	10402,27	10402,27

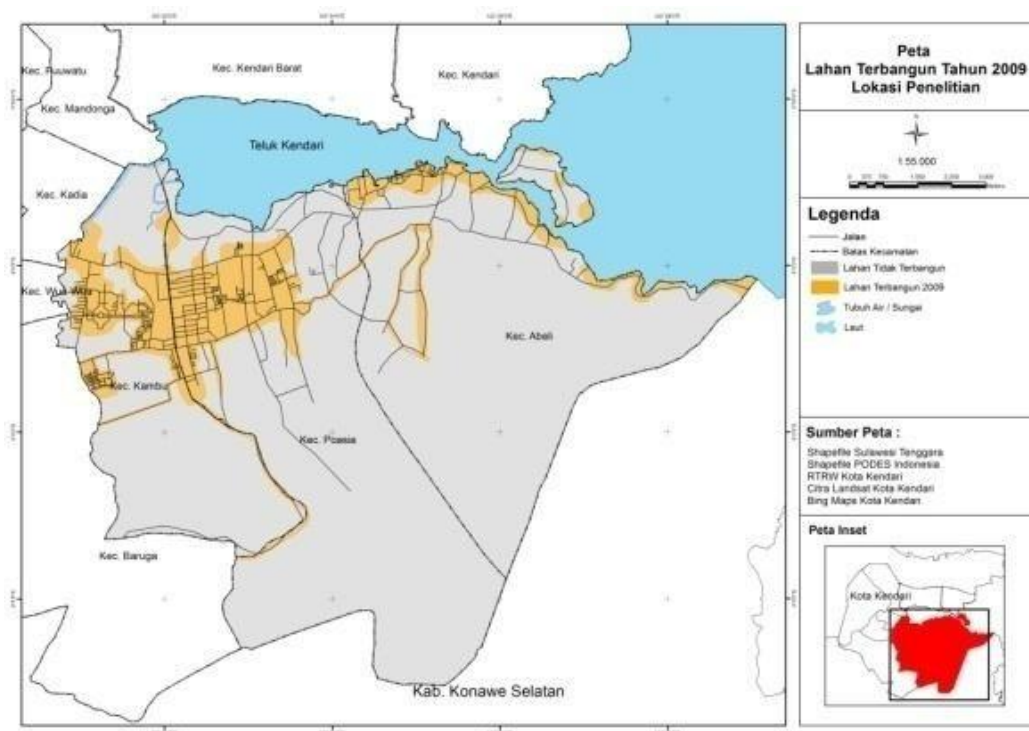
Berdasarkan tabel 6 dapat diketahui bahwa lahan selama 10 tahun terakhir terjadi pertambahan luas lahan terbangun sebesar 23,46% dari tahun 2005 ke 2009 dan 26,72% dari tahun 2009 ke 2014. Selain itu, terjadi pengurangan lahan tidak terbangun sebesar 3,44% dari tahun 2005 ke 2009

dan 7,43 % dari tahun 2009 ke 2014. Untuk tubuh air (sungai) tidak terjadi perubahan luasan atau konversi. Secara umum, terjadi peningkatan jumlah pertumbuhan lahan terbangun selama 10 tahun terakhir sebesar 47,2%. Berikut peta pertumbuhan lahan 3 tahun pengambilan citra:



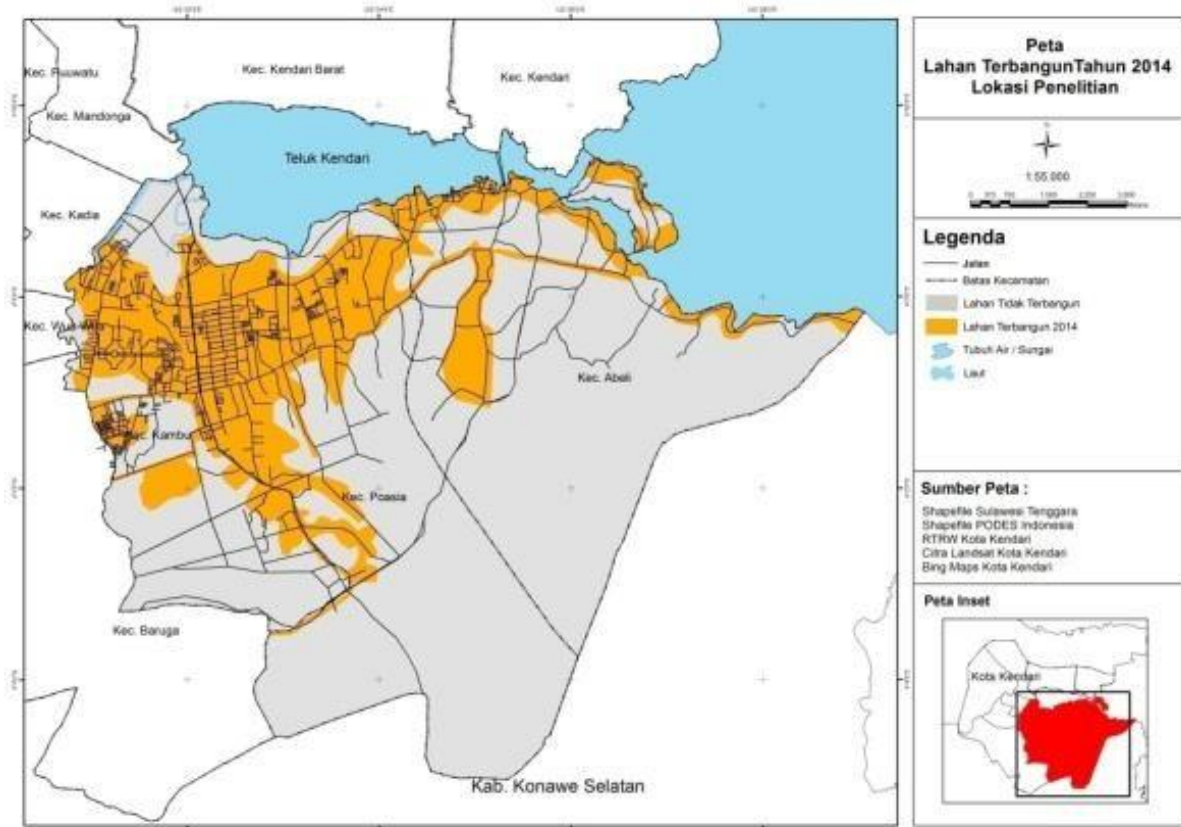
Gambar 4. Peta lahan terbangun tahun 2005

Sumber: RTRW Kota Kendari, citra landsat Kota Kendari diolah oleh penulis, 2015

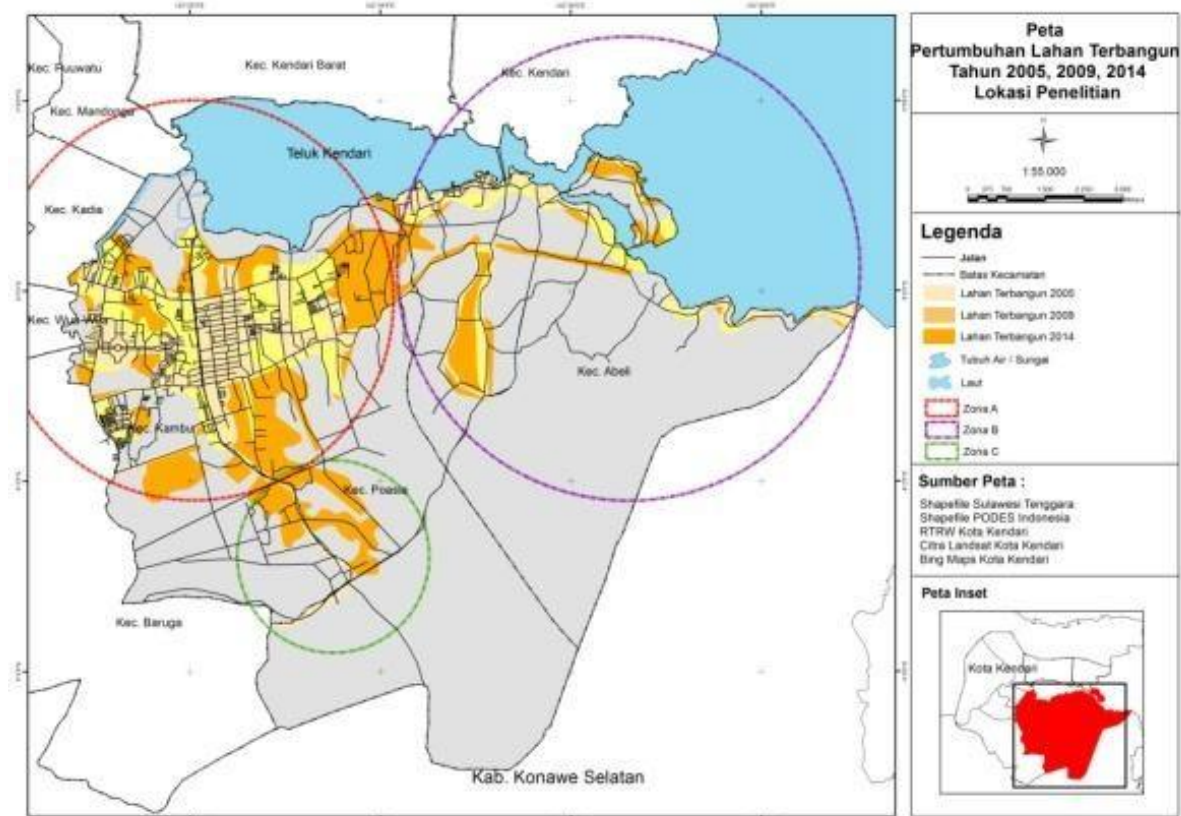


Gambar 5. Peta lahan terbangun tahun 2009

Sumber: RTRW Kota Kendari, citra landsat Kota Kendari diolah oleh penulis, 2015



Gambar 6. Peta lahan terbangun tahun 2014
 Sumber: RTRW Kota Kendari, Citra Landsat Kota Kendari diolah oleh penulis, 2015



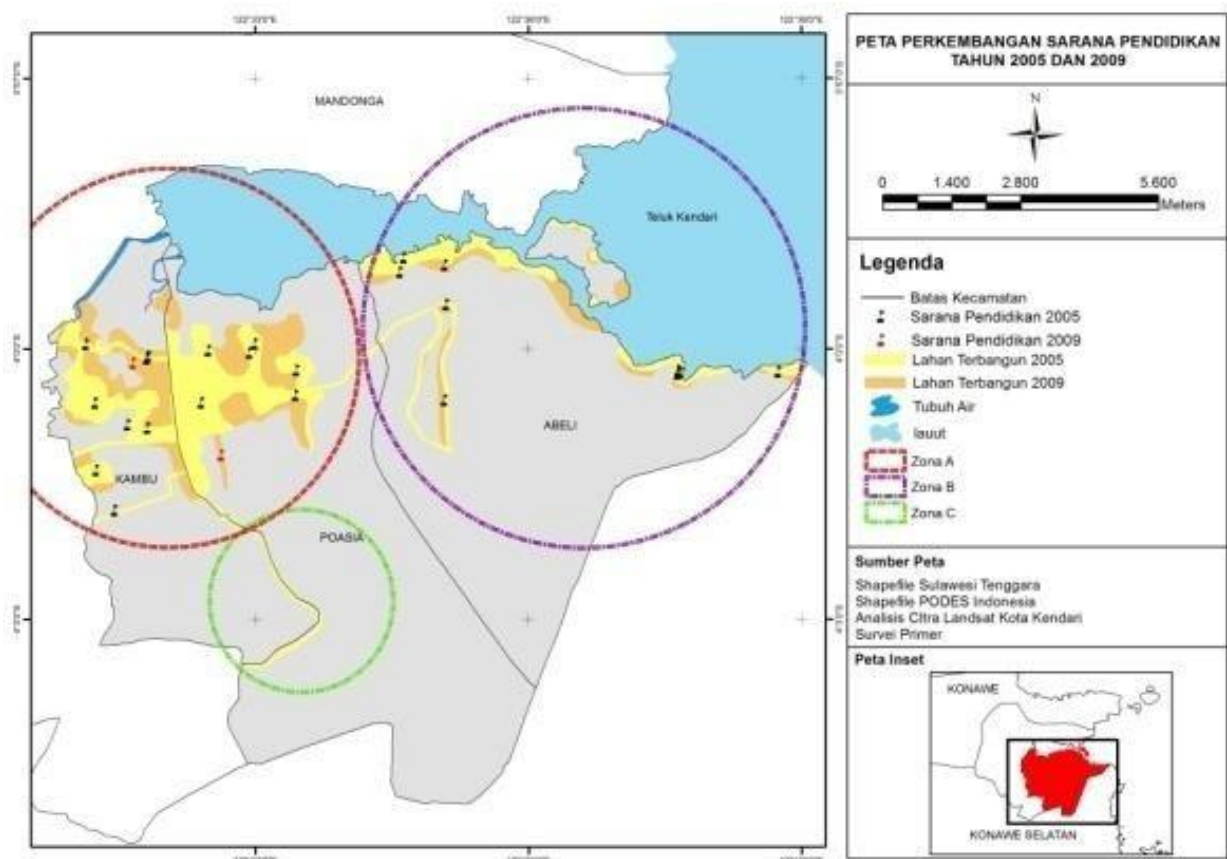
Gambar 7. Peta Perubahan Lahan Terbangun Tahun 2005, 2009 dan 2014
 Sumber: RTRW Kota Kendari, Citra Landsat Kota Kendari diolah oleh penulis, 2015

Selain mengetahui perubahan lahan dari segi luas, melalui analisis interpretasi visual citra juga dapat diperoleh informasi berupa arah perkembangan atau pertumbuhan lahan terkhusus lahan terbangun. Gambar di atas menunjukkan perkembangan atau arah pertumbuhan lahan terbangun yang mengarah ke bagian selatan dan timur lokasi penelitian.

Selanjutnya, analisis spasial digunakan untuk mengetahui faktor apa saja yang berpengaruh terhadap pertumbuhan lahan terbangun. Terdapat beberapa faktor yang telah dirangkum dari kajian literatur yang ada yakni faktor ketersediaan fasilitas atau sarana, faktor fisik yakni berupa kondisi kemiringan lereng dan topografi, faktor aksesibilitas dan faktor kebijakan pemerintah terkait dokumen perencanaan. Kecenderungan

pertumbuhan lahan terbangun terhadap beberapa faktor disajikan melalui beberapa peta dengan pengelompokan menjadi 2 (dua) jenis yakni, pengaruh terhadap pertumbuhan lahan terbangun tahun 2005-2009 dan pengaruh terhadap pertumbuhan lahan terbangun tahun 2009-2014. Peta tersebut dikelompokkan ke dalam 3 zona yakni zona A, B dan C untuk memudahkan analisis.

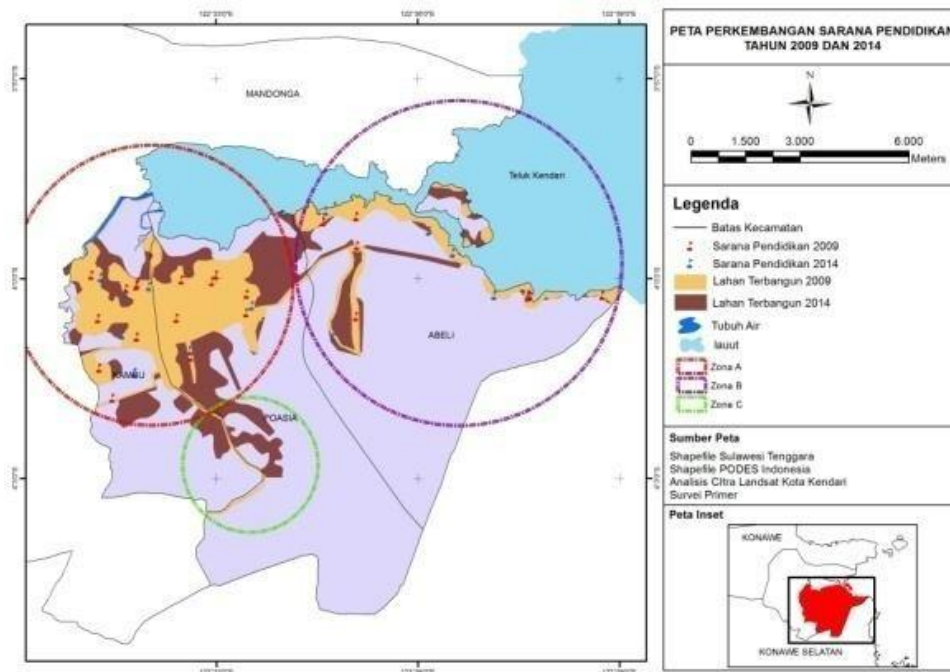
Salah satu arahan fungsi kawasan lokasi penelitian adalah kawasan pendidikan tinggi terpadu. Hal tersebut memungkinkan terjadinya pertumbuhan titik lokasi sarana pendidikan pada yang akan memicu pertumbuhan lahan terbangun di sekitarnya. Berikut peta perkembangan sarana/fasilitas pendidikan terhadap pertumbuhan lahan terbangun tahun 2005-2009 dan tahun 2009-2014.



Gambar 8. Peta perkembangan sarana pendidikan tahun 2005 dan 2009
Sumber: RTRW Kota Kendari, Citra Landsat Kota Kendari diolah oleh penulis, 2015

Berdasarkan peta perkembangan fasilitas pendidikan pada tahun 2005-2009, titik lokasi sarana pendidikan hanya tersebar di dua zona yakni zona A dan B. Jika dilihat dari pertambahan titik dan jumlah sarana pendidikan dari tahun 2005 ke tahun 2009 terjadi pertambahan sebanyak 2

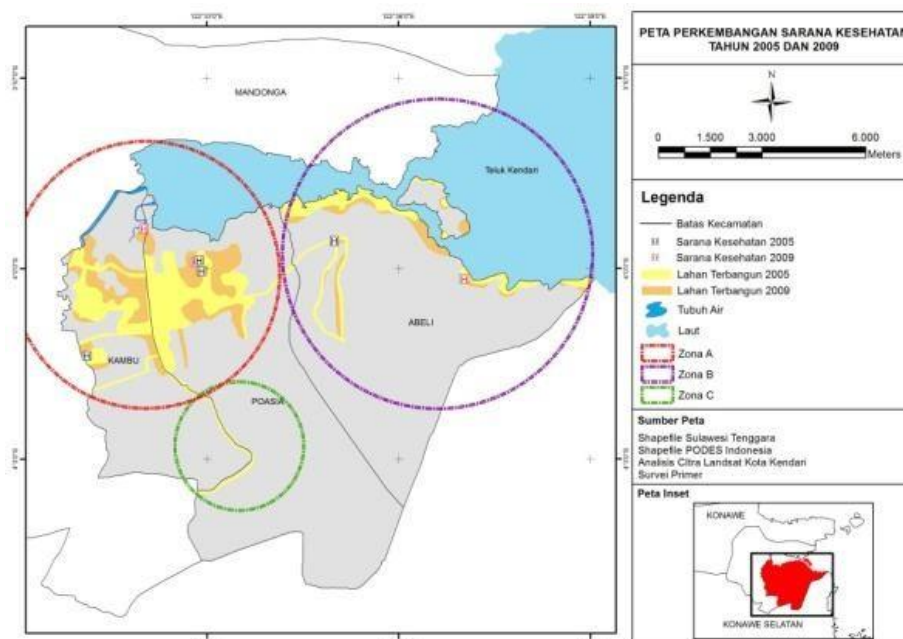
sarana pendidikan yakni SD 8 Poasia dan SMP 10 Kendari. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan lahan terbangun bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah sarana /fasilitas pendidikan di lokasi penelitian.



Gambar 9. Peta perkembangan sarana pendidikan tahun 2009 dan 2014
 Sumber: RTRW Kota Kendari, Citra Landsat Kota Kendari diolah oleh Penulis, 2015

Berdasarkan peta perkembangan fasilitas pendidikan tahun 2009-2014, pertumbuhan lahan terbangun pada zona A lebih luas daripada pertumbuhan lahan pada zona B dan C. Jika dihubungkan dengan titik lokasi sarana pendidikan, sarana pendidikan hanya tersebar di zona A dan B dengan masing-masing penambahan 7 titik lokasi pada zona A dan 5 titik penambahan sarana pendidikan pada zona B, sedangkan zona C tidak mengalami penambahan lokasi sarana pendidikan.

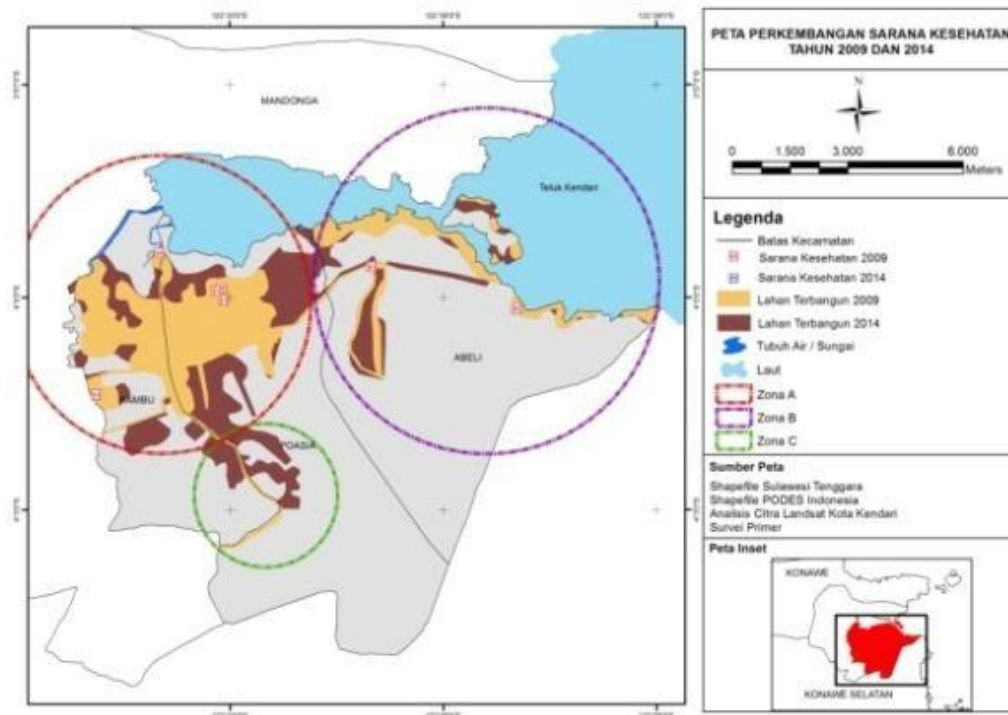
Berdasarkan peta perkembangan sarana kesehatan terhadap lahan terbangun tahun 2005 dan 2009 yakni, rumah sakit dan puskesmas hanya tersebar di 2 (dua) zona (A dan B). Jumlah titik sarana kesehatan di zona A sebanyak 5 titik dan 2 titik pada zona B. Jika dilihat pertambahan jumlahnya, terdapat 2 penambahan pada zona A dan 1 titik pada zona B, sedangkan pada zona C tidak terdapat titik lokasi sarana kesehatan baik dari tahun 2005 maupun tahun 2009.



Gambar 10. Peta perkembangan sarana kesehatan tahun 2005 dan 2009
 Sumber: RTRW Kota Kendari, Citra Landsat Kota Kendari diolah oleh penulis, 2015

Selain peta perkembangan sarana kesehatan tahun 2005 dan 2009, jika dilihat pada peta perkembangan sarana kesehatan tahun 2009 dan 2014 tidak terjadi penambahan jumlah sarana kesehatan baik itu di zona A, B maupun C. Hal ini menunjukkan bahwa sarana kesehatan hanya

berpengaruh terhadap pertumbuhan lahan yang terjadi dari tahun 2005 sampai 2009 saja dan tidak mempengaruhi terhadap pertumbuhan lahan terbangun tahun 2009 sampai tahun 2014. Untuk lebih jelasnya, titik lokasi dan perkembangannya bisa dilihat pada peta di bawah ini:



Gambar 12. Peta perkembangan sarana kesehatan tahun 2009 dan 2014
Sumber: RTRW Kota Kendari, Citra Landsat Kota Kendari diolah oleh penulis, 2015

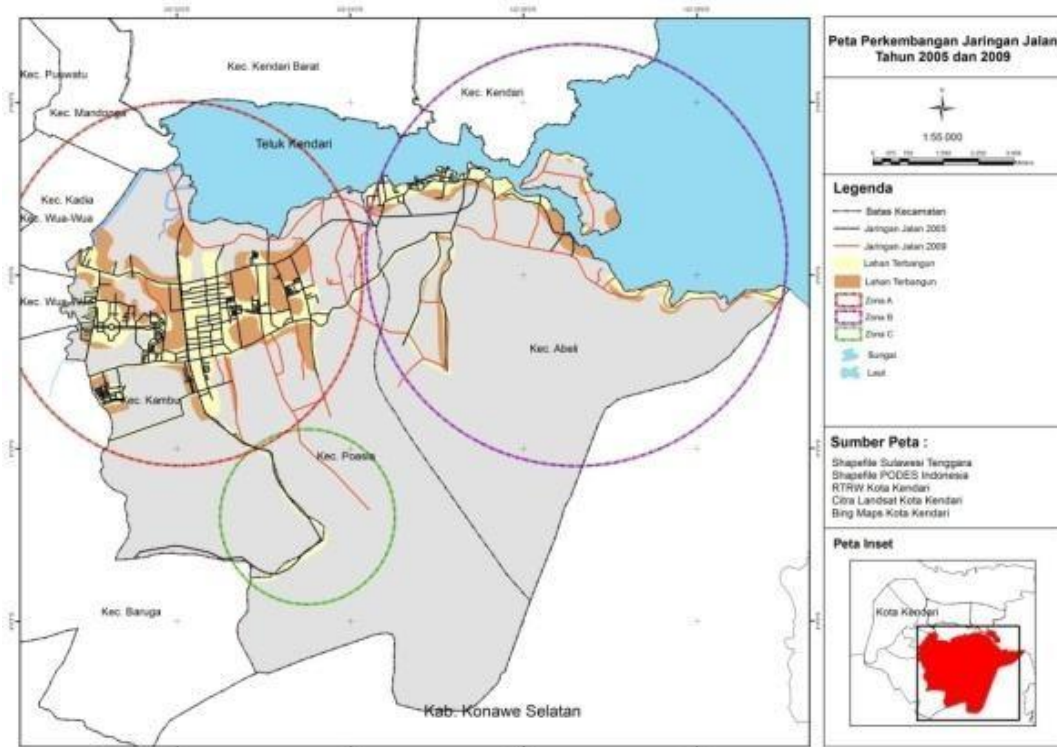
Jika melihat peta perkembangan sarana pemerintahan tahun 2009 dan 2014, titik sarana pemerintahan hanya berkembang pada zona A dengan penambahan sebanyak 8 titik lokasi berupa kantor, Badan Narkotika Nasional Sulawesi Tenggara, Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Sulawesi Tenggara, Dinas Kelautan, Kantor Pemberdayaan Perempuan, Penanaman Modal Kota Kendari, Dinas Tata Kota Kendari, BAPPEDA Provinsi Sulawesi Tenggara dan Dinas Kesehatan Kota Kendari. Jika dilihat dari perkembangan titik sarana pemerintahan yang ada, sarana pemerintahan hanya berpengaruh terhadap pertumbuhan lahan terbangun yang ada dari tahun 2005-2014 yang terjadi pada zona A dan B. Namun berdasarkan hasil pengamatan, perkembangan lahan yang terjadi pada zona C juga dipengaruhi oleh keberadaan sarana pemerintahan dimana letak zona C merupakan dampak dari penetapan kawasan perkantoran (sarana pemerintahan skala provinsi).

Aksesibilitas adalah indikator kemudahan pencapaian suatu tempat ke tempat lainnya yang dihubungkan dengan sistem jaringan transportasi atau suatu kemudahan pencapaian yang diukur dengan tersedianya jaringan jalan dan moda transportasi yang ada. Aksesibilitas terdiri dari prasarana (sistem jaringan jalan) yang ada beserta ketersediaan sarana untuk melakukan pergerakannya (angkutan pribadi maupun umum). Dengan demikian, perkembangan jaringan jalan di suatu wilayah dapat meningkatkan aksesibilitas masyarakat dalam melakukan aktivitas dan pergerakan. Dalam analisis ini hanya membahas aksesibilitas dari segi penambahan jalan saja.

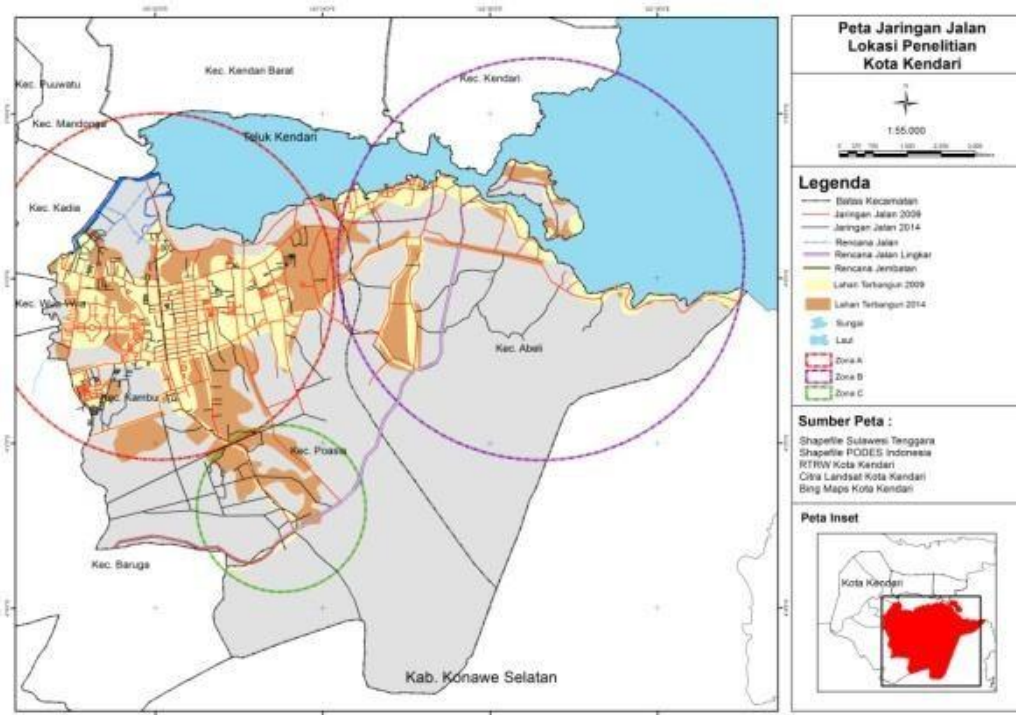
Pengaruh aksesibilitas terhadap pertumbuhan lahan di wilayah penelitian menggambarkan tentang perkembangan jaringan jalan terhadap pertumbuhan lahan terbangun. Pada peta perkembangan jaringan jalan tahun 2005 dan 2009 terlihat pada penambahan jalan terjadi di ketiga zona. Jalan dengan layer warna merah

merupakan jalan yang berada pada kenampakan tahun 2009 yang ditunjukkan pada zona B dimana pertumbuhan lahan terbangun mengikuti jalan atau tergolong pola linier. Peta perkembangan jaringan jalan tahun 2009 dan 2014 menunjukkan penambahan jaringan jalan juga terjadi pada

ketiga zona. Jalan dengan layer warna hitam menunjukkan penambahan jaringan jalan pada tahun 2009 hingga tahun 2014. Pada zona A, B dan C terlihat bahwa dengan adanya jaringan jalan hingga tahun 2014 memicu pertumbuhan lahan terbangun terbangun terjadi.



Gambar 14. Peta perkembangan jaringan jalan tahun 2005-2009
Sumber: RTRW Kota Kendari, Citra Landsat Kota Kendari diolah oleh Penulis, 2015

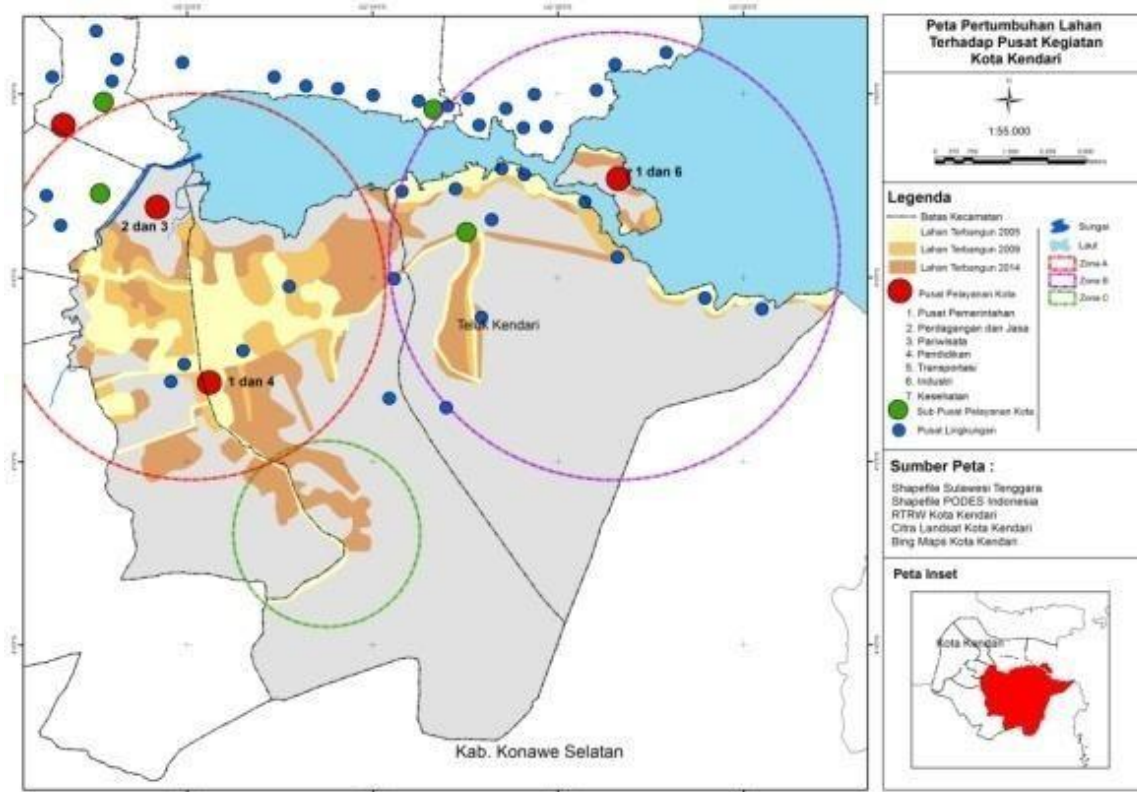


Gambar 15. Peta perkembangan jaringan jalan tahun 2009-2014
Sumber: RTRW Kota Kendari, Citra Landsat Kota Kendari diolah oleh penulis, 2015

Faktor kebijakan yang dimaksud adalah berupa rencana pengembangan kawasan terkait lokasi penelitian. Hal ini dikarenakan lokasi penelitian merupakan kawasan yang baru bertumbuh dan memiliki arahan pengembangan yang terangkum pada RTRW Kota Kendari tahun 2010-2030. Oleh karena itu, perlu memasukan faktor kebijakan pemerintah untuk melihat bagaimana pengaruhnya terhadap pertumbuhan lahan yang terjadi. Penentuan pusat kegiatan, perencanaan kawasan strategis dan rencana jalan lingkar merupakan poin dalam melihat pengaruh terhadap pertumbuhan lahan terbangun hingga tahun 2014 ini.

Pada lokasi penelitian terdapat 3 titik pusat pelayanan skala kota, 1 sub pusat pelayanan kota

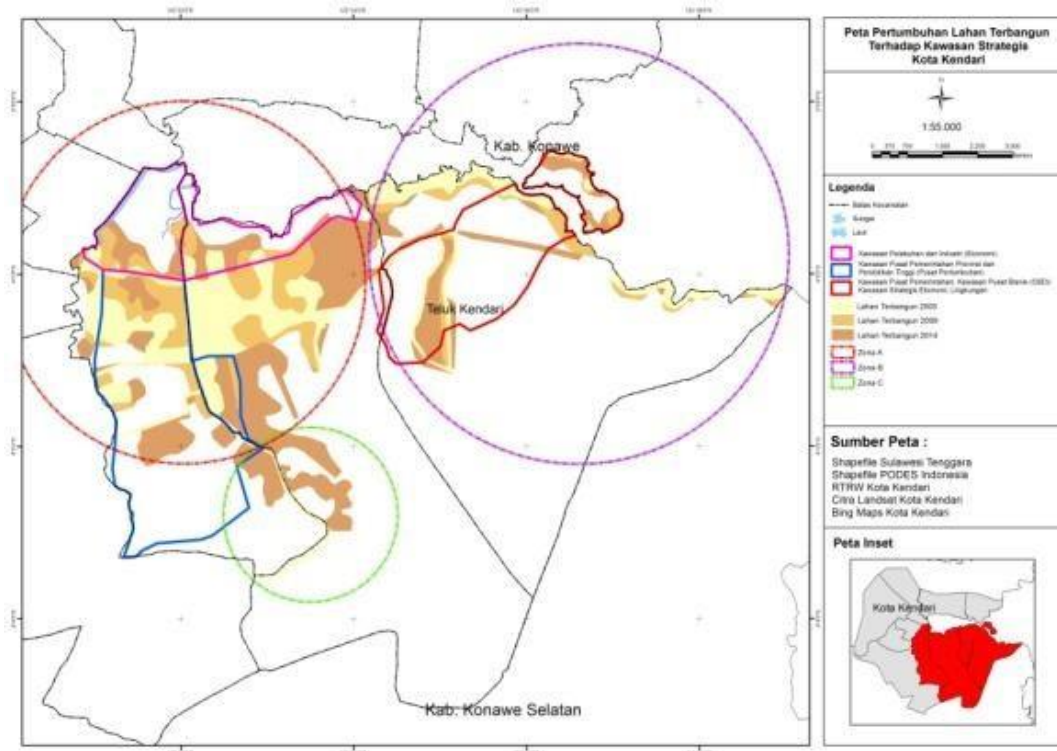
dan 17 titik pusat lingkungan yang terdapat pada dokumen perencanaan RTRW Kota Kendari tahun 2010-2030. Pada wilayah zona A terdapat 2 titik pusat pelayanan skala kota dan 4 titik pusat lingkungan, pada zona B terdapat 1 titik pusat pelayanan kota, 1 titik sub pusat pelayanan kota dan 12 titik pusat lingkungan, sedangkan pada zona C tidak terdapat titik pusat kegiatan. Jika dilihat berdasarkan pertumbuhan lahan terbangun hingga sekarang, terjadi pertumbuhan lahan terbangun pada sekitar titik pusat pelayanan baik skala kota maupun lingkungan. Hal ini menunjukkan, jika dilihat secara spasial bahwa kebijakan berupa penetapan pusat kegiatan oleh pemerintah menjadi salah satu faktor yang mendorong terjadinya lahan terbangun.



Gambar 16. Peta pertumbuhan lahan terbangun terhadap pusat kegiatan
Sumber: RTRW Kota Kendari, Citra Landsat Kota Kendari diolah oleh penulis, 2015

Pada lokasi penelitian juga terdapat 3 rencana kawasan strategis yakni kawasan strategis pelabuhan dan industri, pusat pemerintahan provinsi dan pendidikan tinggi, serta pusat pemerintahan, kawasan pusat bisnis dan kawasan strategis ekonomi. Berdasarkan peta pertumbuhan lahan terbangun terhadap kawasan strategis, pada zona A terdapat 2 kawasan strategis yang jika dilihat dari pertumbuhan lahan terbangun hingga tahun 2014 masing-masing dari kawasan strategis

tersebut tersisi dengan lahan terbangun. Begitu pula pada zona B dan C terdapat masing-masing 1 kawasan strategis pada zona tersebut yang jika dilihat dengan pertumbuhannya terutamanya pada zona C. Hal ini menunjukkan secara spasial keberadaan kawasan strategis dan pusat kegiatan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan pertumbuhan lahan terbangun pada lokasi penelitian.



Gambar 17. Peta pertumbuhan lahan terbangun terhadap kawasan strategis
Sumber: RTRW Kota Kendari, Citra Landsat Kota Kendari diolah oleh penulis, 2015

Selanjutnya analisis pertumbuhan lahan terbangun menjelaskan tentang model yang akan digunakan untuk memprediksi lahan terbangun 10 tahun yang akan datang. Analisis ini berdasarkan prinsip *markov chain* (rantai markov) yakni keadaan sekarang atau saat ini dipengaruhi oleh keadaan sebelumnya dan keadaan yang akan datang dipengaruhi oleh keadaan saat ini. Oleh karena itu, sebelum melakukan prediksi lahan terbangun maka perlu dilakukan terlebih dahulu simulasi dari model markov yang akan digunakan melalui perbandingan hasil simulasi dengan keadaan eksisting yaitu, lahan terbangun tahun 2014.

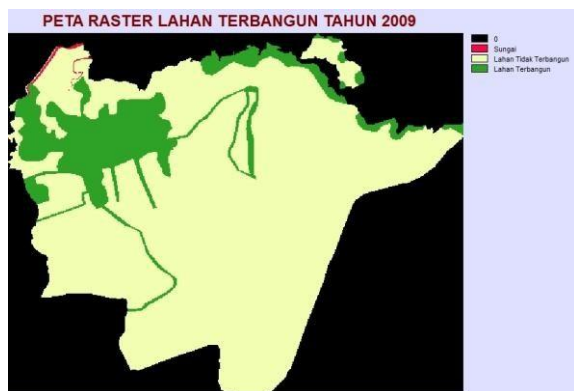
Data yang digunakan yaitu, 2 (dua) set data lahan terbangun dengan tahun berbeda. Data lahan terbangun yang digunakan adalah peta hasil interpretasi visual dari landsat TM+7 dengan tahun pengambilan yakni tahun 2005, 2009 dan 2014 dalam bentuk format raster dengan ukuran *sel/pixel* sebesar 30x30m. Hal ini dikarenakan data yang diperoleh dari data landsat yang memiliki resolusi sebesar 30x30m.

Sebelum menjalankan model *cellular automata* dan markov (CA-markov) terlebih dahulu dilakukan uji kevalidan data set lahan terbangun menggunakan *validate modul*. Hasil *crossstab* data set ini

menggambarkan bahwa terjadi perubahan dari lahan terbangun tahun 2005 ke lahan terbangun tahun 2009 dan menghasilkan nilai kappa *Index of Agreement* (KIA) sebesar 0,93 atau 93% kevalidannya. Sehingga, data set lahan terbangun tahun 2005 dan 2009 dapat digunakan untuk menghasilkan probabilitas markov yang selanjutnya menjadi data prediksi lahan terbangun untuk 10 tahun yang akan datang. Berdasarkan prinsip rantai markov, sebelum memprediksi ke tahun 2014 terlebih dahulu data set lahan tahun 2005 dan 2009 diprediksikan ke tahun 2014. Hal ini dimaksudkan agar dapat dilihat atau diukur tingkat kecocokannya terhadap data eksisting tahun 2014. Berikut contoh data raster yang akan digunakan yakni tahun 2005 dan 2009:



Gambar 18. Peta raster lahan terbangun tahun 2005



Gambar 19. Peta raster lahan terbangun tahun 2009

Pada peta raster di atas, dapat diketahui luas (ha) dan jumlah sel atau *pixel* yang ada pada setiap *class* lahan untuk 3 kecamatan. Perubahan luas baik lahan terbangun maupun tidak terbangun berbanding lurus dengan perubahan jumlah *pixel* yang ada. Maksudnya jika jumlah *pixel* berkurang maka luasnya juga berkurang begitu pula sebaliknya. Hal ini dikarenakan prinsip *cellular automata* tersusun dari sekumpulan sel-sel yang membentuk suatu bidang atau dalam hal ini ruang Simulasi prediksi lahan menggunakan *cellular automata* mengubah semua data ke dalam bentuk sel atau raster. Lebih jelas pertambahan atau pengurangan luas dan jumlah *cell* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Jumlah sel dan luas lahan tahun 2005 dan 2009

Kelas	Tahun 2005		Tahun 2009	
	Jumlah Sel	Luas (Ha)	Jumlah Sel	Luas (Ha)
Class 1	274	24,5	274	24,5
Class 2	103992	9317,9	97061	8696,8
Class 3	11305	1012,9	18235	1633,8

Keterangan:

Class 1 : Tubuh Air Class 2 : Lahan Tidak Terbangun

Class 3 : Lahan Terbangun

Rantai Markov adalah serangkaian nilai-nilai acak dengan peluang di sebuah interval waktu tergantung pada nilai dan jumlah pada waktu sebelumnya. Pada analisis rantai markov menghasilkan matriks peluang transisi perubahan (*matrix probability transition*) dan matriks transisi area (*matrix transition area*). Matriks peluang transisi menjelaskan tentang peluang terjadinya perubahan antar kelas lahan. Berikut contoh matriks peluang transisi pada simulasi tahun 2005 dan 2009:

Tabel 7. Matriks probabilitas transisi tahun 2005 dan 2009

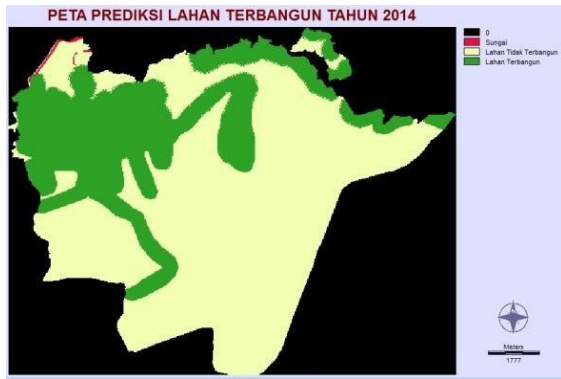
	Class 1	Class 2	Class 3
Class 1	0,8500	0,0750	0,0750
Class 2	0,0000	0,7774	0,2226
Class 3	0,0000	0,1717	0,8283

Berdasarkan matriks peluang transisi dari hasil simulasi markov tahun 2005 dan 2009, diketahui bahwa peluang transisi kelas 1 (tubuh air) menjadi 1 (tubuh air) sebesar 0,85 atau 85%, kelas 1 menjadi 2 (lahan tidak terbangun) sebesar 0,07 atau 7%, kelas 1 menjadi 3 (lahan terbangun) sebesar 0,07 dan transisi kelas 2 menjadi 1 sebesar 0%, kelas 2 menjadi 2 sebesar 0,77 atau 77%, kelas 2 menjadi 3 sebesar 0,2 atau 22%. Selanjutnya, peluang transisi kelas 3 menjadi 1 sebesar 0%, kelas 3 menjadi 2 sebesar 0,17 atau 17% dan kelas 3 menjadi 3 sebesar 0,82 atau 82%. Pada hasil matriks peluang transisi di atas, terdapat nilai 0 yang berarti peluang terjadinya sebesar 0% atau tidak memiliki peluang berubah. Selain matriks peluang transisi, markov juga menghasilkan *matrix transition area* yang menjelaskan perubahan yang area atau wilayah yang terjadi. Berikut tabel matriks transisi area:

Tabel 8. Matriks probabilitas tahun 2005 dan 2009

	Class 1	Class 2	Class 3
Class 1	233	21	21
Class 2	0	75455	21606
Class 3	0	3131	15104

Setelah mendapatkan hasil dari probabilitas markov, selanjutnya dilakukan prediksi ke tahun 2014 dengan menggunakan *cellular automata* markov chain (CA-markov). Data yang digunakan pada CA-Markov yakni peta raster lahan terbangun tahun 2009 sebagai data awal dan matriks probabilitas area yang telah dihasilkan dari proses markov sebelumnya. Sehingga, hasil prediksi dapat divalidasi sesuai metode perbandingan dengan peta lahan terbangun eksisting tahun 2014 untuk melihat kevalidan hasil prediksi. Hasil dari validasi tersebut menghasilkan *Kappa Index of Agreement* (KIA) atau biasa disebut nilai kappa. Jika nilai kappa <70% maka perlu dilakukan peninjauan kembali baik dari segi data set lahan yang digunakan maupun dari matriks peluang transisi yang dihasilkan sebelumnya. Berikut peta hasil prediksi lahan terbangun tahun 2014 menggunakan CA- Markov dengan iterasi 10X10:



Gambar 20. Peta prediksi lahan terbangun tahun 2014

Peta yang dihasilkan dalam bentuk raster dan tersusun dari sel-sel yang dapat diketahui jumlahnya dan luasnya (Ha). Berdasarkan peta hasil prediksi tahun 2014, dapat diketahui bahwa jumlah sel pada kelas 1 (tubuh air) adalah 274, kelas 2 (lahan tidak terbangun) sebanyak 83648 dan kelas 3 (lahan terbangun) sebanyak 31648.

Setelah memperoleh hasil prediksi lahan terbangun tahun 2014, selanjutnya dilakukan validasi dengan peta eksisting untuk menghasilkan nilai Kappa atau kecocokan. Hasilnya di *overlay* dan divalidasi dengan data penggunaan lahan eksisting tahun 2014 dan diperoleh nilai KIA sebesar 0,8723 atau 87,23 %. Nilai KIA ini menurut klasifikasi JR. Pontius tergolong sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa model markov yang dihasilkan dapat digunakan untuk memprediksi lahan terbangun untuk 20 tahun yang akan datang. Berikut gambar hasil nilai Kappa dari validasi:

```

Kappa Index of Agreement (KIA)
-----
using 20144RCLAS as the reference image...
Category      KIA
-----      -
0             1.0000
1             0.8539
2             0.7925
3             0.7800

Using pre59 as the reference image...
Category      KIA
-----      -
0             1.0000
1             1.0000
2             0.8776
3             0.6526

overall kappa      0.8723
  
```

Gambar 21. Kappa index of agreement

Berdasarkan prinsip rantai markov, keadaan sekarang bergantung pada keadaan sebelumnya dan keadaan yang akan datang dipengaruhi oleh keadaan sekarang. Untuk mengetahui prediksi lahan terbangun 20 tahun yang akan datang (tahun 2034) dilakukan dengan metode yang sama seperti halnya analisis prediksi lahan terbangun tahun 2014. Data set lahan terbangun yang digunakan adalah tahun 2014, sedangkan matriks probabilitas transisi yang digunakan adalah hasil analisis markov tahun 2009 dan 2014. Analisis prediksi tahun 2034 menggunakan CA-Markov.

Analisis markov menggunakan data awal tahun 2009 dan 2014 yang diproyeksi untuk 10 tahun dapat menghasilkan matriks probabilitas transisi yang digunakan untuk prediksi 20 tahun pula. Walaupun prediksi yang diharapkan adalah tahun 2034 atau 20 tahun yang akan datang, perlu dilakukan prediksi ke tahun 2024 atau 10 tahun untuk melihat tren perubahan dari tahun 2014, 2024 dan 2034. Berikut matriks probabilitas transisi yang dihasilkan:

Tabel 9. Matriks probabilitas transisi peta lahan terbangun 2009 dan 2014

	Class 1	Class 2	Class 3
Class 1	0,8500	0,0750	0,0750
Class 2	0,0000	0,6304	0,3696
Class 3	0,0000	0,1593	0,8407

Berdasarkan matriks probabilitas transisi yang dihasilkan, terlihat bahwa peluang berubahnya lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun untuk 10 tahun yang akan datang sebesar 0,36 atau 36%. Selain itu, juga menghasilkan markov transisi area. Matriks probabilitas area yang dihasilkan menjelaskan bahwa peluang berubahnya lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun sebesar 30917 sel. Berikut tabel markov transisi area lahan terbangun tahun 2009 dan 2014:

Tabel 10. Matriks probabilitas area peta lahan terbangun 2009 dan 2014

	Class 1	Class 2	Class 3
Class 1	233	21	21
Class 2	0	52731	30917
Class 3	0	5040	26608

Setelah proses markov telah selesai, maka dilanjutkan dengan menganalisis prediksi lahan terbangun menggunakan CA-Markov. Pada proses

ini, menghasilkan peta prediksi atau proyeksi untuk 10 dan 20 tahun yang akan datang yakni tahun 2024 dan 2034. Simulasi CA-Markov ini dilakukan dengan 10 kali iterasi atau pengulangan. Menurut beberapa ahli bahwa 10 kali iterasi merupakan iterasi paling maksimal dalam model *cellular automata*, dimana pada iterasi di atas 10 kali merupakan data yang stagnan atau tidak terjadi lagi perubahan. Simulasi *cellular automata* dilakukan dengan menggabungkan peta lahan terbangun tahun 2014 dan markov transisi area tahun 2009 dan 2014. Berikut peta hasil prediksi untuk tahun 2024:



Gambar 22. Peta prediksi lahan terbangun tahun 2024

Berdasarkan peta hasil prediksi di atas, dapat diketahui luas lahan setiap kelas lahan yang digambarkan dengan menggunakan susunan sel-sel. Luas lahan (ha) berbanding lurus dengan jumlah sel. Hal ini dikarenakan penambahan luas lahan juga diikuti dengan penambahan jumlah sel pada setiap kelas lahan dan begitu pula jika luas lahan berkurang maka jumlah sel juga berkurang. Berikut tabel luas dan jumlah sel prediksi lahan terbangun tahun 2014 dan 2024.

Tabel 11. Luas dan jumlah sel prediksi lahan terbangun tahun 2014 dan 2024

Kelas	Prediksi Tahun			
	Tahun 2014		Tahun 2024	
	Jumlah Sel	Luas (Ha)	Jumlah Sel	Luas (Ha)
Class 1	234	20,96	234	20,9
Class 2	78601	7042,83	57788	5177,98
Class 3	36735	3291,54	57548	5156,43

Berdasarkan tabel prediksi di atas dapat dilihat bahwa pada tahun 2014 ke tahun 2024 terjadi penambahan jumlah sel dan luas pada lahan terbangun yakni sebesar 22,1% dan lahan tidak terbangun terjadi pengurangan luas dan jumlah sel

sebesar 15,2%, sedangkan tubuh air tidak mengalami perubahan atau pengurangan. Selain itu, dapat juga dilihat perbandingan lahan terbangun eksisting 2014, hasil prediksi 2014 dan hasil prediksi tahun 2024 berdasarkan kecamatan. Berikut tabel perbandingannya:

Tabel 12. Luas lahan terbangun eksisting, prediksi tahun 2014 dan 2024 berdasarkan kecamatan

Kecamatan	Luas Lahan Terbangun (Ha)		
	Tahun 2014	Prediksi Tahun 2014	Prediksi Tahun 2024
Abeli	19751,1	11850,66	19751,1
Kambu	2162,17	2162,17	23783,87
Poasia	4289,87	4289,87	8579,74

Berdasarkan tabel lahan terbangun di atas, dapat dilihat bahwa lahan terbangun pada Kec. Abeli dan Poasia mengalami kesamaan luas hal ini dapat disimpulkan bahwa antara hasil prediksi dan eksisting lahan terbangun tahun 2014 sangat baik dimana tingkat kecocokan dari segi luas tergolong baik. Selain itu, dapat dilihat bahwa luasan lahan untuk tahun 2024 terjadi penambahan cukup signifikan pada Kec. Kambu.

Selain mengetahui penambahan luas dan jumlah sel, dapat disimpulkan bahwa hasil simulasi menggambarkan bahwa ekspansi lahan terbangun lebih dominan mengarah ke utara lokasi penelitian. Dimana fungsi awal lahan tersebut adalah lahan tidak terbangun berupa tambak, rawa dan tanah kosong. Hal ini disebabkan besarnya peluang yang untuk berubah sesuai dengan prinsip *cellular automata* yakni kemungkinan berubahnya akan besar jika memiliki peluang ketetanggaan juga besar. Selain itu, arah atau kemungkinan perubahan lahan terbangun juga dipengaruhi oleh berkembangnya jaringan jalan yang mengarah ke selatan dan timur lokasi, titik pusat kegiatan kota yang terletak pada wilayah timur, utara dan selatan lokasi yang memungkinkan perkembangan lahan terbangun juga mengarah ke arah tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan metode *composite band* (penggabungan warna pada citra) dapat diketahui besaran luas dan arah pertumbuhan lahan terbangun. Terjadi peningkatan jumlah pertumbuhan lahan terbangun selama 10 tahun terakhir sebesar 47,2%, sedangkan pada lahan

tidak terbangun mengalami pengurangan jumlah luasan sebesar 10,8% dan arah pertumbuhan lahan yakni lebih mengarah ke selatan dan timur lokasi penelitian.

Dari hasil analisis spasial yang dilakukan, faktor ketersediaan, faktor aksesibilitas, faktor fisik lahan dan faktor kebijakan pemerintah merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi kecenderungan perubahan lahan dari tidak terbangun ke lahan terbangun.

Hasil prediksi lahan ini didapatkan dengan menggunakan model *cellular automata-markov chain* dengan nilai kappa yakni sebesar 87% atau keakuratan model tergolong sangat baik. Sehingga, dari hasil prediksi dapat diketahui luas dan arah pertumbuhan lahan. Arah pertumbuhan lahan untuk 10 tahun yang akan datang (tahun 2024) mengarah ke utara, timur dan selatan lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Baja, Sumbangan (2012). *Perencanaan Tata Guna Lahan dalam Pengembangan Wilayah*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Erlangga, Gigih (2014). *Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Ketersediaan Air DAS Jlantah Hulu*. Web: <http://www.scribd.com/doc/220625198/BAB-II-pdf> (akses terakhir 24 juni 2014).
- Guntara, Ilham (2013). *Klasifikasi penggunaan lahan menurut USGS*. Website: <http://www.guntara.com/2013/03/klasifikasi-penggunaan-lahan-menurut.html> (akses terakhir 22 Desember 2013).
- Hermawan, Erwin (2011). *Modelling and Simualting Spatial Distribution Pattern of Urban Growth Using Integration of GIS and Cellular Automata*. Study Case in Bandung Area-West Java Province. Institut Pertanian Bogor.
- Karsidi, Asep dkk (2004). *Menata Ruang Laut Terpadu*. Jakarta; PT. Percetakan Penebar Swadaya.
- Oktviani, Rizky (2013). *Pengenalan Jenis-jenis Citra Satelit*. Web: <http://rizkyoktaviani.blogspot.com/2012/07/pengenalan-jenis-jenis-citra-satelit.html> (akses terakhir 18 Juli 2014).
- Paharudin (2012). *Simulasi Geospasial Berbasis Cellular Automata Perubahan Penggunaan Lahan Untuk Prediksi Sedimentasi*. Universitas Hasanuddin.
- Pati, Kiki Andi (2013). *Walhi Sultra: Banjir Kendari akibat Kesalahan Tata Kota*. Website: <http://regional.kompas.com/read/2013/07/17/2141089/Walhi.Sultra.Banjir.Kendari.akibat.Kesalahan.Tata.Kota> (akses terakhir 12 Januari 2014).
- Purwanto, Suhadi (2000). *Studi Perubahan Penggunaan Lahan Di Kecamatan Umbulharjo Kota Yogyakarta Tahun 1987- 1996 Berdasarkan Foto Udara*. Web: <http://www.scribd.com/doc/153145155/Studi-Perub-Peng-Lahan-Geo-1> (akses terakhir 12 Juli 2014).
- Prahasta, Eddy (2008). *Remote Sensing Praktis Penginderaan Jauh & Pengolahan Citra Digital dengan Perangkat Lunak ER Mapper*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Pratama, Ismail (2012). *Dasar-Dasar Analisis Medan Untuk Interpretasi Dan Klasifikasi Penggunaan Lahan*. Web: <https://pratamaismail.wordpress.com/2012/04/page/3/>. (akses terakhir 12 Juli 2015).
- Rahayu, Dewi (2010). *Perubahan Fungsi Lahan Dan Bangunan Di Kawasan Perdagangan Kota Sengkang*. Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Kendari Tahun 2010-2030 Provinsi Sulawesi Tenggara.
- Santoso, Gempur (2005). *Metodologi Penelitian*. Surabaya: Prestasi Pustaka Publisher.
- Sugiarto, Dwi Putro (2013). *Spesifikasi Citra Landsat, Keunggulan dan Peluang Pemanfaatan Bidang Kehutanan*. Website: <http://tnrawku.wordpress.com/2013/06/12/landsat-8-spesifikasi-keunggulan-dan-peluang-pemanfaatan-bidang-kehutanan/> (akses terakhir 18 Juli 2014).
- Sukojo, Bangun Muljo dan Susilowati, Diah (2003). *Penerapan Metode Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis untuk Analisa Perubahan Penggunaan Lahan (Studi Kasus: Wilayah Kali Surabaya)*. Vol.7 No.1; Surabaya.
- Susilo, Bowo. 2008. *Model Sig-Binary Logistic Regression Untuk Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan (Studi Kasus Di Daerah Pinggiran Kota Yogyakarta)*. Link: (http://digilib.itb.ac.id/files/disk1/633/jbptitbp_p-gdl-bowosusilo-31632-4-2008ts-3.pdf) (akses terakhir 10 Juli 2014)
- Surat Keputusan Menteri Pertanian, Nomor: 837/Kpts/Um/11/1980 tentang *Kriteria Dan Tata Cara Penetapan Hutan Lindung*.
- Tamin, OZ. (1997). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Wijaya, Suswandika Muhammad dan Susilo, Bowo (2013). *Integrasi model Spasial Cellular Automata dan Regresi Logistik Biner untuk Pemodelan Dinamika Perkembangan Lahan Terbangun (Studi Kasus Kota Salatiga)*. Vol. 2 No.1; Salatiga.