

## ANALISIS ARAH DAN PREDIKSI PERSEBARAN FISIK WILAYAH KOTA SEMARANG TAHUN 2029 MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN CA MARKOV MODEL

Lydia Fadilla, Sawitri Subiyanto, Andri Suprayogi<sup>\*)</sup>

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788  
Email : lydiafadilla27@gmail.com

### ABSTRAK

Kota Semarang merupakan Ibu Kota Provinsi Jawa Tengah, Kota Semarang mempunyai luas wilayah 373.70 Km<sup>2</sup>. Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan Semarang ditandai pula dengan munculnya beberapa gedung pencakar langit di beberapa sudut kota. Dengan jumlah penduduk sekitar 1.5 juta jiwa dan 76.06% bekerja di sektor jasa, membuat Kota Semarang berkembang pesat sehingga menyebabkan tingginya pertumbuhan kawasan permukiman maupun kawasan industri perdagangan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan arah persebaran fisik Kota Semarang dari tahun 2005-2017 serta menentukan kesesuaian prediksi arah persebaran fisik Kota Semarang tahun 2029 dengan Model *Cellular Automata* (CA) Markov terhadap RTRW Kota Semarang.

Penelitian ini menitik beratkan pada kawasan permukiman dan kawasan industri dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menganalisis arah perubahan penggunaan lahan yang terjadi pada tahun 2005-2017. Dan CA Markov Model untuk memodelkan prediksi penggunaan lahan Kota Semarang pada tahun 2029. Citra yang digunakan adalah Citra Landsat-7 tahun 2005 dan 2011 serta Citra Landsat-8 tahun 2017.

Hasil dari *Overlay* menyatakan pertumbuhan penggunaan lahan Kota Semarang tahun 2005-2011 seluas 3254.416 Hektar dengan lahan kosong sebesar 69%, permukiman sebesar 21% dan industri 3.2%. Pada tahun 2011-2017 perubahan penggunaan lahan seluas 6067.674 Hektar. Permukiman sebesar 54%, lahan kosong sebesar 36%, dan kantor sebesar 3%. Dari hasil analisis kesesuaian CA Markov Model dengan RTRW pada kelas lahan permukiman, lahan industri dan lahan kosong sebanyak 56.931% dinyatakan tidak sesuai dan 43.07%. lainnya sesuai. Dengan tingkat kepercayaan >40% (0.40) yang dinyatakan cukup baik.

**Kata Kunci:** CA Markov Model, Kota Semarang, Perubahan penggunaan lahan, SIG.

### ABSTRACT

*Semarang City is the capital of Central Java province, Semarang city has an area of 373.70 km<sup>2</sup>. In recent years, the development of Semarang is also marked by the appearance of several skyscrapers in several corners of the city. With a population of about 1.5 million people and 76.06% working in the service sector, making Semarang City growing rapidly, causing the high growth of residential areas and industrial areas of trade. This study aims to determine the direction of physical distribution of Semarang City from 2005-2017 and determine the suitability of the prediction of the physical distribution of Semarang City in 2029 with Cellular Automata (CA) Markov Model against RTRW Kota Semarang.*

*This study focuses on residential areas and industrial areas by utilizing Geographic Information System (GIS) to analyze the direction of land use change that occurred in the year 2005-2015. And CA Markov Model to model the prediction of land use Semarang City in 2029. Image used is Citra Landsat-7 in 2005 and 2011 and Citra Landsat-8 in 2017.*

*The result of Overlay stated that the growth of land use in Semarang City in 2005-2011 covers 3254,416 hectares with vacant land of 69%, settlement of 21% and industry 3.2%. In 2011-2017, land use changes covering an area of 6067,674 hectares. Settlements of 54%, vacant land 36%, and offices by 3%. From the analysis results of suitability of CA Markov Model with RTRW on class of settlement area, industrial land and vacant land of 56.931% not suitable and 43.07%. others are appropriate. With a confidence level of > 40% (0.40) which is good enough.*

**Keywords :** CA Markov Model, Land use change, Semarang City, SIG.

<sup>\*)</sup> Penulis, Penanggung Jawab jawab

## I. Pendahuluan

### I.1. Latar Belakang

Pertumbuhan suatu wilayah pada saat ini menunjukkan kemajuan yang pesat dari waktu ke waktu sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk serta semakin besarnya *volume* kegiatan pembangunan pada berbagai sektor. Hal ini menyebabkan semakin menurunnya lahan kosong dalam suatu wilayah, dan semakin meningkatnya kebutuhan akan ruang untuk tempat tinggal.

Kota Semarang adalah Ibukota Provinsi Jawa Tengah, sekaligus kota metropolitan terbesar ke-lima di Indonesia. Perkembangan Semarang ditandai pula dengan munculnya beberapa gedung pencakar langit di beberapa sudut kota. Letak geografis Kota Semarang yang berada pada jalur Pantura yang merupakan urat nadi transportasi Jawa, memiliki infrastruktur yang baik serta memiliki pelabuhan Tanjung Mas yang mana merupakan pintu ekspor-impor Jawa Tengah menarik perhatian para investor berbagai bidang untuk membuat pabrik di kota ini.

Peluang industri yang besar, menarik kaum urban dari menengah bawah hingga menengah atas. Hal ini berdampak baik pada perekonomian karena dapat meningkatkan pendapatan masyarakat. Akan tetapi dapat menjadi masalah besar apabila pertumbuhan lahan terbangun terus terjadi dengan tidak didampingi upaya dalam rangka pengendalian pemanfaatan ruang. Perlu adanya analisis arah persebaran fisik wilayah dari waktu ke waktu serta prediksi persebaran fisik wilayah di masa yang akan datang untuk mengontrol pembangunan lahan.

Penelitian ini mengkaji mengenai arah persebaran fisik wilayah Kota Semarang tahun 2005-2017 dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan mengkaji prediksi persebaran fisik wilayah Kota Semarang pada tahun 2029 menggunakan CA Markov Model. Persebaran fisik wilayah yang dianalisis adalah kawasan permukiman dan kawasan industri.

### I.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana arah persebaran fisik Kota Semarang dari tahun 2005 sampai dengan tahun 2017?
2. Bagaimana kesesuaian prediksi arah persebaran fisik Kota Semarang tahun 2029 dengan CA Markov model terhadap RTRW Kota Semarang?

### I.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan arah persebaran fisik Kota Semarang dari tahun 2005 sampai dengan 2017.
2. Menentukan kesesuaian prediksi arah persebaran fisik Kota Semarang tahun 2029 dengan CA Markov model terhadap RTRW Kota Semarang.

Manfaat dari penelitian ini terdiri dari 2 aspek yaitu aspek keilmuan dan aspek rekayasa, berikut penjelasannya:

#### 1. Aspek Keilmuan

Segi keilmuan penelitian ini memiliki manfaat untuk memberikan sumbangan penelitian dan telaah pustaka untuk pengembangan ilmu yang berkaitan dengan pengolahan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis, dalam bidang dan kajian analisis pengembangan wilayah.

#### 2. Aspek Rekayasa

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan masukan dan informasi berupa peta prediksi persebaran fisik wilayah tahun 2029 kepada pemerintah atau instansi terkait.

### I.4. Pembatasan Masalah

Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian adalah Kota Semarang yang mencakup 16 Kecamatan.
2. Metode yang digunakan pada pengolahan data penelitian ini adalah metode tumpang susun (*overlay*) dengan Sistem Informasi Geografis serta CA Markov Model untuk memodelkan spasial prediksi persebaran fisik wilayah.
3. Persebaran fisik wilayah yang dianalisis adalah persebaran permukiman dan kawasan industri.
4. Data penelitian yang digunakan adalah citra Landsat-7 tahun 2005 dan 2011, citra Landsat-8 tahun 2017, citra Quickbird tahun 2005, shpfile peta administrasi, shpfile peta RTRW 2011-2031.
5. Keluaran dalam penelitian ini berupa peta arah persebaran fisik wilayah tahun 2005-2017 dan peta prediksi persebaran fisik wilayah tahun 2029.

## II. Tinjauan Pustaka

### II.1. Penggunaan Lahan

Menurut Malingreau (1979), penggunaan lahan merupakan campur tangan manusia baik secara permanen atau periodik terhadap lahan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan, baik kebutuhan kebendaan, spiritual maupun gabungan keduanya. Penggunaan Lahan merupakan unsur penting dalam perencanaan wilayah.

Secara garis besar ada dua jenis penggunaan lahan, yaitu lahan terbangun dan lahan tak terbangun. Lahan Terbangun terdiri dari perumahan, industri, perdagangan, jasa dan perkantoran. Sedangkan Lahan tak terbangun terbagi menjadi lahan tak terbangun yang digunakan untuk aktivitas kota (makam, rekreasi, transportasi, ruang terbuka) dan lahan tak terbangun non aktivitas kota (pertanian, perkebunan, area perairan, produksi dan penambangan sumber daya alam).

#### II.1.1. Permukiman

Permukiman adalah semua bentukan atau buatan manusia maupun secara alami dengan segala perlengkapannya, yang dipergunakan oleh manusia baik secara individu maupun kelompok untuk bertempat tinggal sementara maupun menetap, dalam

rangka menyelenggarakan kehidupannya (Eva Banowati, 2006).

Ada tiga pola permukiman penduduk dalam hubungannya dengan bentang alamnya, yaitu: pola permukiman memanjang (linear), pola permukiman terpusat dan pola permukiman tersebar.

### II.1.2. Kawasan Industri

Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 24 Tahun 2009 kawasan industri diartikan sebagai kawasan tempat pemusatan kegiatan industri yang dilengkapi dengan prasarana dan sarana penunjang yang dikembangkan dan dikelola oleh Perusahaan Kawasan Industri yang telah memiliki izin Usaha Kawasan Industri.

Dalam perkembangan suatu lokasi industri, sangat erat kaitannya dengan pemilihan lokasi industri itu sendiri karena akan memberikan dampak terhadap fungsi-fungsi yang berada di sekitar kawasan industri tersebut.

## II.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perubahan Penggunaan Lahan

### II.2.1. Aksesibilitas

Aksesibilitas didefinisikan sebagai suatu ukuran kenyamanan atau kemudahan mengenai cara lokasi tata guna lahan berinteraksi satu sama lain dan tingkat kemudahan lokasi tersebut dicapai melalui sistem jaringan transportasi. Setiap lokasi geografis yang berbeda memiliki tingkat aksesibilitas yang berbeda hal ini disebabkan perbedaan kegiatan dari masing-masing tata guna lahan.

### II.2.2. Pertumbuhan Penduduk

Tingkat pertumbuhan penduduk yang tinggi menandakan jumlah penduduk yang banyak. Jumlah penduduk yang banyak pada suatu wilayah akan mempengaruhi perkembangan suatu wilayah tersebut, sehingga pemenuhan akan kebutuhan juga akan meningkat. Salah satu kebutuhan yang harus dipenuhi kebutuhan akan lahan.

### II.2.3. Perkembangan Kota

Menurut Hendarto, 1997 (dalam Ilyas Ali, 2006), perkembangan kota dapat diartikan sebagai suatu perubahan menyeluruh, yaitu yang menyangkut segala perubahan di dalam masyarakat kota secara menyeluruh, baik perubahan sosial ekonomi, sosial budaya, maupun perubahan fisik. Adapun teori yang membahas tentang perkembangan kota, yaitu:

#### 1. Teori Konsentris (*Concentric Theory*)

Teori ini dikemukakan oleh Ernest W. Burgess, yang menyatakan bahwa kota-kota mengalami perkembangan atau pemekaran dimulai dari pusatnya, kemudian seiring pertambahan penduduk kota meluas ke daerah pinggiran atau menjauhi pusat. Zona-zona baru yang timbul berbentuk konsentris dengan struktur bergelang atau melingkar.

#### 2. Teori Inti Berganda (*Multiple Nucleus Theory*)

Teori ini dikemukakan oleh Geograf Harris dan Ullman. Teori ini menyatakan bahwa pertumbuhan

kota berawal dari suatu pusat menjadi bentuk yang kompleks. Bentuk yang kompleks ini disebabkan oleh munculnya nukleus-nukleus baru yang berfungsi sebagai kutub pertumbuhan. Nukleus kota dapat berupa kampus perguruan tinggi, bandar udara, kompleks industri, pelabuhan laut, dan terminal bus. Keuntungan ekonomi menjadi dasar pertimbangan dalam penggunaan lahan secara mengelompok sehingga berbentuk nukleus.

### II.3. CA Markov Model

*Cellular Automata* (CA) Markov adalah sebuah model dinamis yang digunakan untuk simulasi spasial (*geosimulation*) pada waktu yang ditentukan. Keunggulan dari model CA Markov adalah dapat digunakan untuk mengkaji suatu pola sederhana hingga pola yang kompleks dengan prinsip yang sederhana. Model CA Markov banyak diadopsi dan diaplikasikan dalam bidang ilmu kebumih, salah satunya adalah untuk kajian perubahan penggunaan lahan. Markov *Chain* dalam konsep Markov, pada hakekatnya merupakan model matematis yang didisain untuk menjelaskan suatu proses yang berlangsung secara bertahap (*move in sequence*).

Proses pemodelan dilakukan pada perangkat lunak Idrisi dengan menjalankan modul *Cellular Automata-Markov* (CA-Markov). Modul ini diproses dengan mengkombinasikan modul *Markov Chain* yang menghasilkan *Transitional Probability* dan MOLA (*Multi-Objective Land Allocation*) yang melakukan proses iterasi untuk mendapatkan komposisi akhir. Prediksi perubahan penggunaan lahan diproses berdasarkan penggunaan lahan tahun awal, kesesuaian lahan dan tetangganya.

### II.5. Sistem Informasi Geografis (SIG)

SIG adalah suatu sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi bereferensi geografis. Selain itu SIG mempunyai kemampuan untuk menganalisis data spasial untuk keperluan manipulasi maupun pemodelan. Analisis ini dijalankan dengan menggunakan data spasial dan data atribut yang berguna untuk menjawab berbagai pertanyaan yang dikembangkan dari data yang menjadi suatu persoalan yang relevan. Analisis terbagi menjadi 4 kategori yaitu: fungsi pemanggilan / klasifikasi / pengukuran data, fungsi tumpang tindih, fungsi tetangga dan fungsi jaringan / keterkaitan (Arifin dan Ita, 2006).

### II.6. Digitasi on Screen

Proses digitasi *on screen* adalah digitasi yang dilakukan pada layar monitor komputer dengan memanfaatkan berbagai perangkat lunak system informasi geografis seperti *Arc View*, *Arc Map*, *Map Info*, *AutoCad Map*, dan lain-lain. Digitasi *on screen* paling sering dilakukan karena lebih mudah dilakukan, tidak memerlukan tambahan peralatan lainnya, dan lebih mudah untuk dilakukan koreksi apabila terjadi kesalahan.

**II.7. Landsat**

Landsat sudah tersedia lebih dari 40 tahun yang dimulai dari tahun 1972, produk dari citra landsat yaitu Landsat 2, Landsat 3, Landsat 4, Landsat 5, Landsat 6, Landsat 7 dan Landsat 8.

Landsat 7 diluncurkan pada tahun 1999. Sensor ETM + (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) pada Landsat 7 dirancang untuk menggantikan sensor TM (*Thematic Mapper*) pada Landsat 4 dan 5 yang sudah habis masa peredaran (orbit)-nya, dan sensor ETM Landsat 6 yang hilang. Landsat 8 merupakan versi terbaru dari Landsat yang sudah ada sejak tahun 2013. Sensor yang digunakan pada Landsat 8 ini adalah *Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)*. Landsat 7 dan Landsat 8 memiliki resolusi spasial 30 meter untuk semua *band*. kecuali band pankromatik yang memiliki resolusi spasial 15 meter.

**II.8. Koreksi Geometrik**

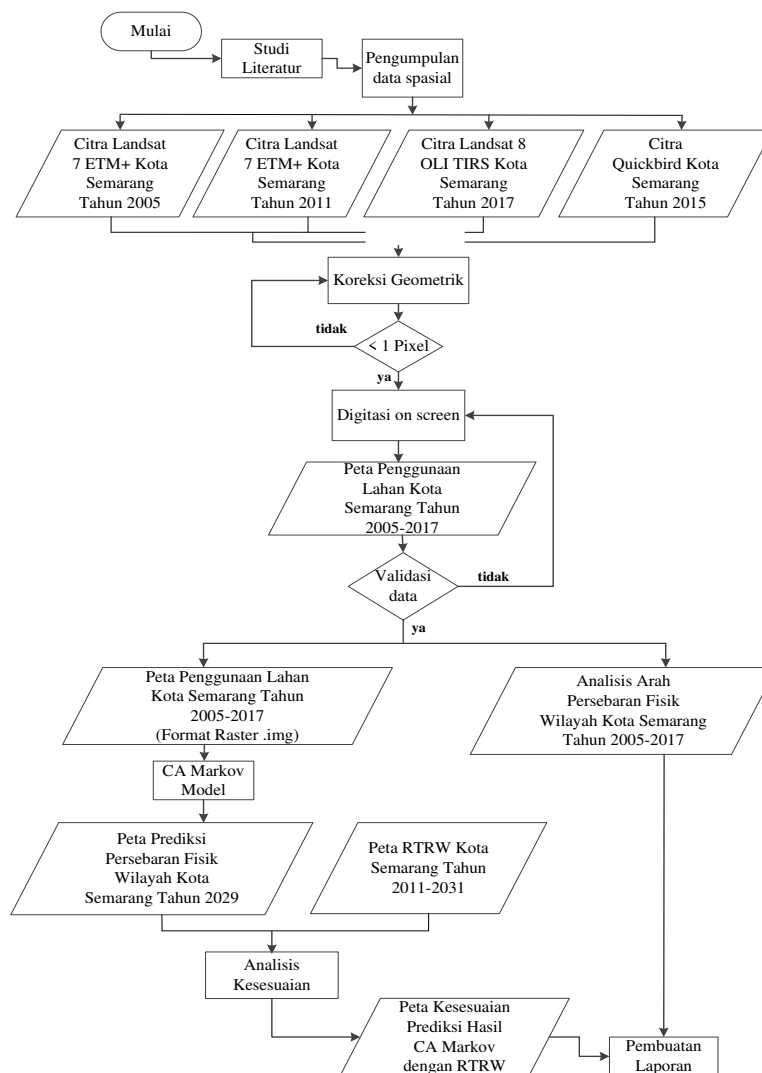
Koreksi geometrik adalah koreksi posisi citra akibat kesalahan yang disebabkan oleh konfigurasi sensor, perubahan ketinggian, posisi, dan kecepatan wahana. Terdapat dua metode yang dapat dipilih untuk melakukan koreksi geometrik, yaitu *image to map* dan *image to image*.

Koreksi geometrik *image to image* yaitu penyamaan posisi antara satu citra dengan citra lainnya dengan mengabaikan sistem koordinat dari citra yang bersangkutan. Penyamaan posisi ini kebanyakan dimaksudkan agar posisi piksel yang sama dapat dibandingkan. Dalam hal ini penyamaan posisi citra satu dengan citra lainnya untuk lokasi yang sama sering disebut dengan registrasi.

**III. Metodologi Penelitian**

**III.1. Pengolahan Data**

Secara garis besar tahapan penelitian dijabarkan dalam Gambar 1 berikut ini :



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

**III.2. Data dan Peralatan Penelitian**

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Citra Landsat 7 ETM+ Kota Semarang tahun 2005 dan 2011, Citra Landsat 8 OLI TIRS Kota Semarang tahun 2017.
2. Citra Quickbird Kota Semarang tahun 2015.
3. *Shapefile* peta batas administrasi Kota Semarang.
4. *Shapefile* peta RTRW Kota Semarang tahun 2011-2031.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Perangkat Keras  
Perangkat keras yang digunakan adalah laptop dengan spesifikasi seperti berikut :  
Merek Laptop :Asus 455L Series  
Prosesor :Intel® Core™ i3-5005U  
CPU @ 2.00GHz  
RAM : 6,00 GB  
Tipe Sistem : 64-bit Sistem Operasi
2. Perangkat Lunak  
Perangkat lunak atau *software* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Software* ArcGIS 10.3, Envi 5.1, Idrisi Selva 17.0, Microsoft Excel 2010, Microsoft Word 2010 dan Microsoft Visio 2007.

**IV. Hasil dan Analisis**

**IV.1. Hasil Koreksi Geometrik**

Citra yang dihasilkan dari proses perekaman satelit tidaklah bebas dari kesalahan, kesalahannya dapat berupa gerakan satelit, rotasi bumi, gerakan cermin sensor serta kelengkungan bumi. Koreksi geometrik ditujukan untuk meminimalisir kesalahan-kesalahan tersebut. Pada penelitian ini koreksi geometrik dilakukan menggunakan metode *image to image* dengan citra Quickbird sebagai citra dasar. Dan dilakukan pemberian 33 titik GCP yang tersebar merata di lokasi penelitian Akurasi hasil dari koreksi geometrik (RMSE) harus kurang dari 1 piksel agar dapat dinyatakan lolos sebagai citra yang telah terkoreksi. Hasil RMSE ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil RMSE GCP

No.	Tahun Citra	RMSE GCP (Piksel)
1	2005	0.429
2	2011	0.521
3	2017	0.401

**IV.2 Hasil dan Analisis Perubahan Penggunaan Lahan**

**IV.2.1. Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2005-2011**

Analisis perubahan penggunaan lahan dilakukan secara kuantitatif dengan menghitung besarnya perubahan luas lahan tiap waktu penelitian berdasarkan hasil analisis tumpang susun atau *Overlay Identity* yang dilakukan pada perangkat lunak ArcGIS untuk mengetahui besarnya perubahan luas area yang

mengalami perubahan. Analisis tumpang susun atau *Overlay Identity* yang dilakukan pada perangkat lunak ArcGIS untuk mengetahui besarnya perubahan luas area yang mengalami perubahan.

Keterangan		Luas Perubahan	
2005	2011	Ha	%
Tambak	Sawah	9.933	0.305
Sawah	Permukiman	37.356	1.147
Sawah	Lahan Kosong	800.125	24.585
Sawah	Tambak	192.907	5.927
Hutan	Permukiman	62.458	1.919
Hutan	Lahan Kosong	1450.956	44.584
Lahan Kosong	Industri	105.698	3.247
Lahan Kosong	Perkantoran dan perniagaan	3.613	0.111
Lahan Kosong	Permukiman	590.077	18.131
Lahan Kosong	Permukiman	1.293	0.039
Jumlah		3254.416	100

Tabel 2 Perubahan Luas Penggunaan Lahan Tahun 2005-2011

Tabel 2 menunjukkan bahwa Kota Semarang dalam kurun waktu enam tahun yakni dari tahun 2005-2011 mengalami perubahan penggunaan lahan yang cukup dinamis yaitu seluas 3254.416 Hektar. Penggunaan lahan yang paling besar perubahannya adalah lahan kosong yang mana jumlahnya bertambah menjadi 69% dari luas keseluruhan. Lahan permukiman mengalami pertumbuhan seluas 21% dan luas lahan industri bertambah 3.2% yang merupakan hasil konversi dari lahan kosong. Sedangkan luas perubahan lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun sebesar 25% atau seluas 800 Hektar.

Di kota besar seperti Semarang, semakin meningkatnya pertumbuhan lahan kosong disebabkan oleh adanya alih fungsi lahan yang nantinya lahan kosong dapat diperuntukkan sebagai lahan permukiman atau perumahan *real estate* maupun pengembangan di bidang perdagangan maupun industri.

Tabel 3 Perubahan Luas Penggunaan Lahan Tahun 2011-2017

Keterangan		Luas Perubahan	
2011	2017	Ha	%
Sawah	Tambak	12.115	0.199
Sawah	Industri	8.088	0.133
Sawah	Bandar Udara	44.029	0.725
Sawah	Perkantoran dan perniagaan	4.410	0.072



Keterangan		Luas Perubahan	
Sawah	Lahan Kosong	85.419	1.407
Sawah	Permukiman	121.579	2.003
Jasa	Perkantoran dan perniagaan	113.040	1.862
Jasa	Lahan Kosong	109.869	1.810
Jasa	Permukiman	0.518	0.008
Hutan	Lahan Kosong	1113.309	18.348
Perkantoran dan perniagaan	Jasa	4.632	0.0763
Perkantoran dan perniagaan	Lahan Kosong	3.501	0.057
Perkantoran dan perniagaan	Permukiman	0.865	0.014
Permukiman	Jasa	87.112	1.435
Permukiman	Perkantoran dan perniagaan	28.943	0.477
Permukiman	Lahan Kosong	862.819	14.219
Lahan Kosong	Industri	155.136	2.556
Lahan Kosong	Jasa	20.879	0.344
Lahan Kosong	Perkantoran dan perniagaan	18.258	0.300
Lahan Kosong	Sawah	43.573	0.718
Lahan Kosong	Permukiman	3091.635	50.952
Tambak	Industri	27.221	0.448
Tambak	Bandar Udara	38.843	0.640
Tambak	Sawah	28.746	0.473
Tambak	Permukiman	43.135	0.710
Jumlah		6067.674	100

Tabel 3 menunjukkan bahwa Kota Semarang dalam kurun waktu enam tahun yakni dari tahun 2011-2017 mengalami perubahan penggunaan lahan yang cukup signifikan yaitu seluas 6067.674 Hektar. Penggunaan lahan yang paling besar perubahannya adalah lahan permukiman yang mana jumlahnya bertambah menjadi 54% dari luas keseluruhan. Pertambahan luas permukiman ini merupakan hasil konversi lahan sawah, tambak, jasa, perkantoran dan perniagaan serta lahan kosong. Sedangkan lahan industri mengalami pertambahan luas sebesar 3.2% hasil konversi dari lahan sawah, lahan kosong dan tambak. Lahan yang banyak mengalami pengurangan yaitu lahan kosong yang beralih fungsi menjadi lahan industri, jasa, perkantoran dan perniagaan, sawah hingga permukiman sebesar 55%. Hal ini menandakan adanya pertumbuhan dari lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun. Berdasarkan hasil penelitian,

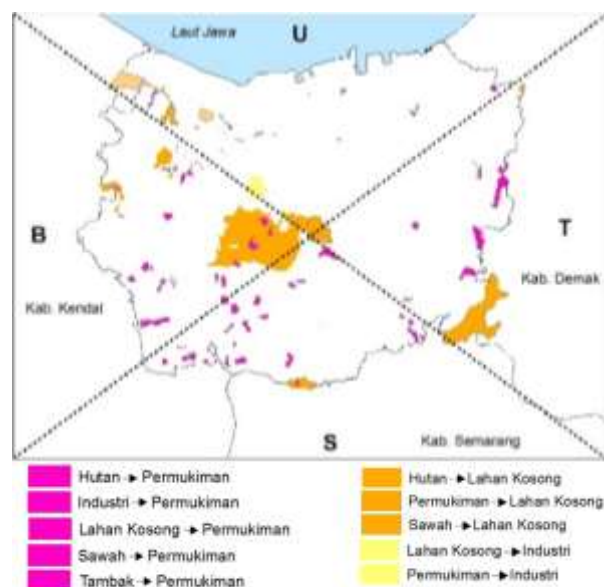
didapatkan luas perubahan lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun sebesar 59% atau seluas 3573.213 Hektar.

Bertumbuhnya lahan permukiman ini diakibatkan karena pertumbuhan penduduk yang kian pesat sehingga kebutuhan akan tempat tinggal semakin tinggi, mengingat kebutuhan akan tempat tinggal merupakan kebutuhan primer yang dimiliki oleh setiap manusia. Akibat lain yang ditimbulkan dari lonjakan penduduk ialah permintaan akan kebutuhan barang maupun jasa sehingga pertumbuhan lahan perkantoran dan perniagaan serta jasa baik itu jasa di bidang pendidikan, peribadatan, olahraga dan rekreasi kian meningkat.

### IV.3. Hasil dan Analisis Arah Persebaran Fisik Wilayah

#### IV.3.1. Arah Persebaran Fisik Wilayah Tahun 2005-2011

Dalam menganalisis arah persebaran fisik wilayah Kota Semarang dilakukan secara kualitatif dengan mengidentifikasi secara visual pada peta perubahan penggunaan lahan. Selain itu ditampilkan kurva yang membagi area penelitian menjadi empat wilayah yang masing-masing wilayah diwakili oleh simbol huruf U, T, S, dan B. Pada simbol U menandakan wilayah Utara, pada simbol T menandakan wilayah Timur, pada simbol S menandakan wilayah Selatan dan wilayah Barat diwakili oleh simbol B. Pembagian wilayah menggunakan kurva ini ditujukan untuk mempermudah dalam mengidentifikasi arah persebaran.



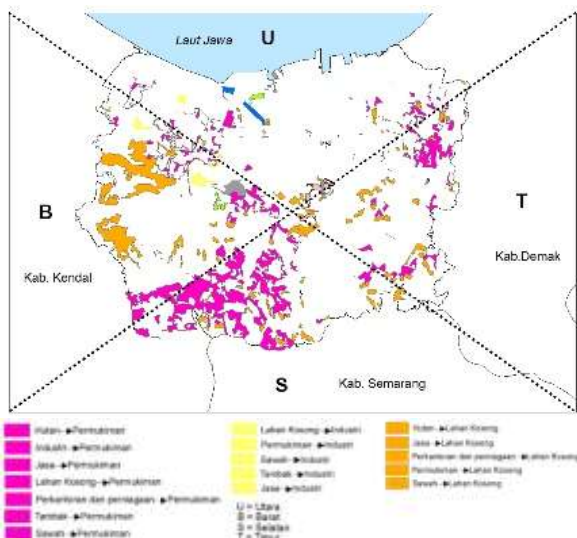
Gambar 1 Hasil Peta Arah Persebaran Fisik Wilayah Tahun 2005-2011

Dari Gambar 1 diketahui perubahan permukiman yang ditandai oleh warna ungu ditemui pada pinggir kota dan perubahan permukiman paling banyak terlihat mengarah ke Barat dan Selatan yaitu mendekati perbatasan antara Kabupaten Kendal

dengan Kabupaten Semarang. Hal ini dikarenakan sudah tidak adanya ketersediaan lahan kosong yang dekat dengan pusat aktifitas kota atau CBD (*Central Business District*). Namun perubahan permukiman yang terjadi pada Barat Kota Semarang nyata-nya berdekatan dengan pusat perindustrian Kota Semarang. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa aksesibilitas terhadap kawasan industri merupakan salah satu faktor pertumbuhan permukiman. Selain permukiman, pertumbuhan lahan juga dialami oleh lahan industri yang diwakili oleh warna merah pada Gambar 1, yang mana persebaran kawasan industri mengarah ke Barat.

**IV.3.2. Arah Persebaran Fisik Wilayah Tahun 2011-2017**

Kota Semarang yang merupakan salah satu kota besar di Indonesia dengan kondisi permukiman yang padat maka sangat jelas bahwa perkembangan lahan terbangunnya sudah tidak terlalu signifikan lagi, sehingga yang memungkinkan untuk mengalami perkembangan lahan terbangun terjadi pada wilayah barat dan selatan Kota Semarang yang kondisi lahannya masih tergolong dalam penggunaan lahan pertanian dan hutan yang menjadi ancaman pengembangan dari lahan terbangun. Sedangkan pada wilayah pesisir kota yang memiliki lahan terbangun yang cenderung sudah padat sehingga perkembangannya tidak mungkin signifikan karena keterbatasan lahan yang ada.



Gambar 2 Hasil Peta Arah Persebaran Fisik Wilayah Tahun 2011-2017

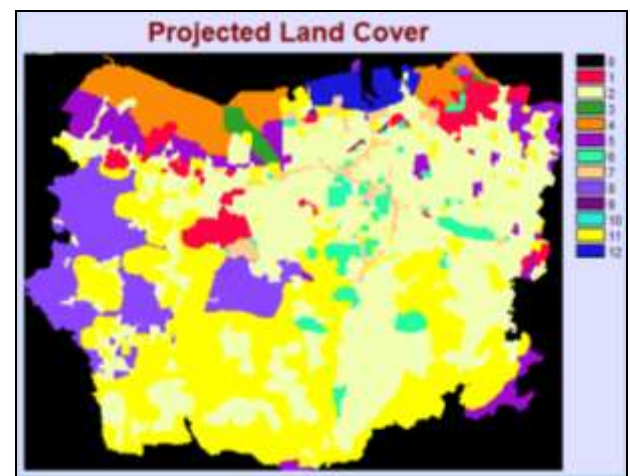
Dari Gambar 2 diketahui bahwa perubahan permukiman yang ditandai oleh warna ungu terlihat menyebar. Namun perubahan permukiman yang paling banyak mengarah ke Selatan yaitu mendekati Kabupaten Semarang dan perbatasan antara Kabupaten Semarang dengan Kabupaten Kendal. Selain itu perubahan permukiman yang cukup luas mengarah ke Timur mendekati kawasan industri Terboyo dan Kabupaten Demak. Perubahan permukiman juga ditemui pada bagian Barat Kota Semarang yang mana arahnya mendekati kawasan perindustrian. Hal ini

disebabkan adanya ekspansi pembangunan perkotaan ke wilayah pinggiran, dan peningkatan kawasan pemukiman akibat tingginya urbanisasi.

Berdasarkan hasil analisis arah persebaran fisik wilayah Kota Semarang tahun 2005 hingga 2017 dapat diketahui bahwa pemekaran Kota Semarang mengarah ke pinggiran kota. Hal ini sesuai dengan Teori Inti Berganda (*Multiple Nucleus Theory*) yang dikemukakan oleh Harris dan Ullman.

**IV.3.3. Hasil dan Analisis Kesesuaian CA Markov Model dengan RTRW Kota Semarang tahun 2011-2031**

Hasil dari pengolahan CA Markov Model adalah prediksi persebaran fisik wilayah tahun 2029. File keluaran berupa file raster yang terbagi atas 12 kelas penggunaan lahan.



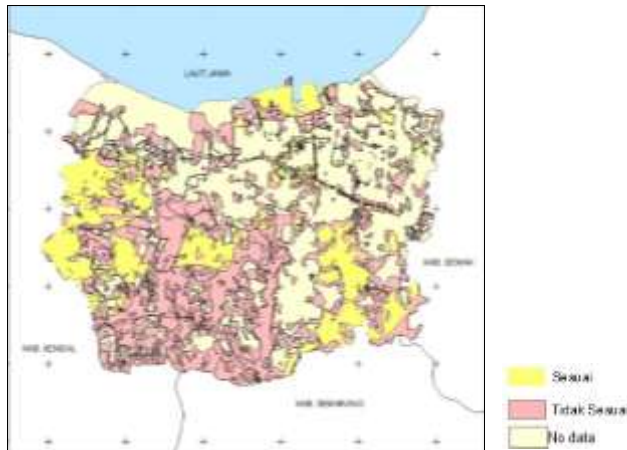
Gambar 3 Hasil Prediksi Persebaran Fisik Wilayah Tahun 2029

Pada Gambar 3 ditampilkan warna dan penomoran yang mewakili kelas penggunaan lahan. Pemberian kode dimaksudkan untuk mempermudah identifikasi pada file raster.

Tabel 4 Informasi Pengkodean Hasil CA Markov

Kode	Keterangan
0	No data
1	Industri
2	Permukiman
3	Bandar Udara
4	Tambak
5	Sawah
6	Jasa
7	Perkantoran dan perdagangan
8	Hutan
9	Stasiun KA
10	Makam
11	Lahan Kosong
12	Pelabuhan

Menganalisis kesesuaian hasil pemodelan CA Markov Model yang berupa peta prediksi persebaran fisik wilayah Kota Semarang tahun 2029 dengan peta RTRW Kota Semarang tahun 2011-2031 dilakukan secara kuantitatif dengan melakukan analisis tumpang tindih atau *Overlay Identity* yang dilakukan pada perangkat lunak ArcGIS. Keduanya dikatakan sesuai apabila adanya kesamaan penggunaan lahan pada satu wilayah.



Gambar 4 Kesesuaian Hasil CA Markov Model dan RTRW

Berdasarkan hasil analisis tumpang tindih (*overlay*) *Identity* yang dilakukan pada peta hasil prediksi Markov Model dengan RTRW, sebanyak 108 penggunaan lahan dinyatakan tidak sesuai terhadap RTRW Kota Semarang tahun 2011-2031. Sedangkan sebanyak 28 penggunaan lahan dinyatakan sesuai. Pada lahan permukiman luas perubahan yang terjadi sebesar 18% dari luas keseluruhan dengan peruntukkan lahan permukiman seluas 16157.615 Hektar. Sedangkan peruntukkan lahan kosong seluas 470.588 Hektar, dan kawasan industri seluas 1048.776 Hektar. Dilihat pada Gambar 3 di atas, warna merah muda mewakili lahan yang tidak sesuai sedangkan warna kuning mewakili lahan yang sesuai dengan

No. Titik	X_UTM	Y_UTM	Keterangan	Kesesuaian
1	437736.303	9220248.601	Permukiman	Sesuai
2	438383.688	9220093.87	Lahan Kosong	Sesuai
3	439124.618	9219529.183	Lahan Kosong	Sesuai
4	441855.717	9219704.895	Lahan Kosong	Sesuai
5	442353.796	9219548.728	Lahan Kosong	Sesuai
...	...	...	...	...
119	424467.564	9231250.159	Tambak	Sesuai
120	442600.827	9224785.48	Perkantoran dan Perniagaan	Sesuai

RTRW.

**IV.3.4. Hasil Validasi Data Lapangan**

Validasi data lapangan dilakukan dengan metode *random sampling* dengan mengambil 120 titik sampel penggunaan lahan. Validasi lapangan diperlukan untuk mengetahui akurasi hasil interpretasi citra dan hasil digitasi dengan keadaan sebenarnya di

lapangan. Validasi lapangan dilakukan pada tanggal 13-14 Juli 2017

Tabel 5 Hasil Validasi Data Lapangan

**V. Kesimpulan dan Saran**

**V.1. Kesimpulan**

1. Perubahan wilayah Kota Semarang dari tahun 2005 hingga tahun 2011 cukup dinamis yaitu seluas 3254.416 Hektar. Perubahan penggunaan lahan paling besar adalah lahan kosong sebesar 69%. Lahan permukiman mengalami pertumbuhan sebesar 21% serta pertumbuhan lahan industri sebesar 3.2%. Sedangkan lahan sawah mengalami pengurangan luas lahan sebesar 32% dan lahan kosong sebesar 22%. Pertumbuhan lahan terbangun seluas 800 Hektar atau sebesar 25%. Pada tahun 2011 hingga tahun 2017 perubahan penggunaan lahan cukup signifikan yaitu seluas 6067,674 Hektar. Perubahan penggunaan lahan paling besar adalah lahan permukiman sebesar 54%. Lahan sawah mengalami penurunan sebesar 55%. Pertumbuhan lahan terbangun seluas 3573.213 Hektar atau 59%.
2. Pada tahun 2005 hingga 2011 lahan permukiman mengalami pertumbuhan yang mengarah ke Barat dan Selatan mendekati Kabupaten Kendal dan Kabupaten Semarang. Sedangkan arah perkembangan lahan industri yaitu ke Barat. Pada tahun 2011 hingga 2017 lahan permukiman mengalami pertumbuhan yang paling banyak ke arah Selatan, setelah itu Barat dan Timur. Sedangkan pertumbuhan industri mengarah ke Barat mendekati Kabupaten Kendal.
3. Berdasarkan analisis kesesuaian hasil pemodelan CA Markov dan RTRW Kota Semarang 2011-2031 pada kelas lahan permukiman, lahan industri dan lahan kosong sebanyak 56.931% dinyatakan tidak sesuai dan 43.07% lainnya sesuai. Dengan tingkat kepercayaan >40% (0.40) yang dinyatakan

cukup baik. Peruntukkan lahan permukiman seluas 16157.615 Hektar. Peruntukkan lahan kosong seluas 470.588 Hektar dan kawasan industri seluas 1048.776 Hektar.

**V.2. Saran**

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan dari awal hingga akhir, berikut saran-saran yang dapat dikemukakan untuk penelitian selanjutnya:

1. Mencari literatur sebanyak-banyaknya sebelum melakukan penelitian sehingga memudahkan dalam mendalami penelitian yang akan dilakukan.



2. Menggunakan citra satelit yang resolusi spasialnya lebih baik dari Landsat 7 dan Landsat 8, karena dengan resolusi spasial yang sangat rendah menyebabkan kesulitan pada saat proses digitasi klasifikasi lahan.
3. Diperlukan interval citra yang lebih lama, semisal dengan interval 10 tahun agar perubahan dari penggunaan lahan Kota Semarang sendiri dapat terlihat lebih jelas.
4. Penelitian ini dilakukan dengan metode *digitasi on screen* dan interpretasi serta klasifikasi citra secara manual, sehingga harus diperhatikan ketelitian dalam melakukan proses digitasi dan klasifikasi tutupan lahannya.
5. Lebih baik menggunakan *supervised classification* atau *unsupervised classification* lebih efisien dalam proses pengolahan dan lama waktu pengolahan.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada instansi-instansi yang telah memberikan data-data yang diperlukan oleh penulis diantaranya:

1. BAPPEDA Kota Semarang yang telah berkenan memberikan data Citra Quickbird Kota Semarang tahun 2015, serta data *shapefile* peta batas administrasi Kota Semarang dan *shapefile* peta RTRW Kota Semarang tahun 2011-2031.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, S. Dan Ita, C. 2016. Implementasi Penginderaan Jauh dan SIG Untuk Inventarisasi Daerah Rawan Bencana Longsor. Jurnal Penginderaan Jauh LAPAN.Vol.3
- Banowati, Eva. 2006. *Geografi Permukiman*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Ilyas, Ali. 2006. *Pengaruh Perkembangan Kota Banjarmasin terhadap Penggunaan Lahan di Kota Kertak Hanyar*. Tesis (S2). Pasca Sarjana Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota UNDIP. Semarang.
- Malingreau, J.P. 1997. *Penggunaan Lahan Pedesaan Penafsiran Citra Untuk Inventarisasi dan Analisisnya*. Yogyakarta: PUSPICS. UGM.
- Peraturan Pemerintah RI No. 24 Tahun 2009 Tentang Kawasan Industri.