

## JURNAL PERENCANAAN WILAYAH

e-ISSN: 2502 – 4205

Vol.IV., No.2, Oktober 2019

<http://ojs.uho.ac.id/index.php/ppw>

### **Pemodelan Spasial Berbasis Cellular Automata untuk Identifikasi Potensi Alih Fungsi Lahan di Kawasan Konservasi Pantai Timur Surabaya**

#### **Cellular Automata-Based Spatial Modelling to Identify Land Use Change Potentials in Eastern Coast of Surabaya City's Conservation Area**

**Cahyono Susetyo<sup>1\*)</sup>, Lukman Yusuf<sup>1)</sup>, Nursakti Adhi Pratomoatmojo<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya  
email : cahyono\_s@urplan.its.ac.id

#### **ABSTRACT**

Limited vacant land in Surabaya City made one of its conservation area, the eastern coast of Surabaya (Pamurbaya), very attractive to property developers. However, existing spatial plan documents state that this area is intended as conservation area or urban green space. However, up to 92,66% of this area is owned by individuals, not by the government of Surabaya City. Therefore, there is a possibility of land use change from conservation to built-up areas. The purpose of this research is to identify the land use change potentials in Pamurbaya by using the Cellular Automata-Based Spatial Modelling. The results of the modelling indicates that the dominant factor that influencing the land use change in Pamurbaya is the presence of the Eastern Ring Road of Surabaya City and existing residential areas. The model predicts that between 2019-2034, housing in Pamurbaya will grow as much as 62% from the current size of housing land uses. Industrial land use will grow 7%, commercial areas will grow 15%, and conservation/green spaces will reduced by 29% from its current size.

*Keywords: Landuse Change; Cellular Automata, Land Use Modelling*

#### **ABSTRAK**

Keterbatasan lahan di Surabaya membuat kawasan Pantai Timur Surabaya (Pamurbaya) dilirik oleh pihak pengembang permukiman swasta. Namun, RTRW Kota Surabaya 2014 menetapkan kawasan Pamurbaya sebagai kawasan lindung/konservasi dengan zona ruang terbuka hijau. Dari seluruh kawasan konservasi Pamurbaya 92,66% masih berstatus ke pemilikan perorangan. Sehingga berpotensi sangat besar untuk terjadi alih fungsi lahan pada kawasan konservasi Pamurbaya. Tujuan penelitian ini adalah untuk membangun model spasial prediksi tren perkembangan penggunaan lahan berbasis cellular automata untuk identifikasi potensi alih fungsi lahan di kawasan konservasi Pamurbaya. Hasil penelitiannya adalah faktor yang dominan mempengaruhi perkembangan lahan di Pamurbaya adalah faktor adanya jaringan jalan lingkaran luar timur Surabaya dan kedekatan dengan permukiman yang sudah ada. Kemudian berdasarkan prediksi tren perkembangan lahan Pamurbaya tahun 2034 dengan Cellular Automata, diprediksi permukiman akan tumbuh sebesar 62% dari luas saat ini, industri akan tumbuh sebesar 7%, perdagangan jasa akan tumbuh 15%, selain itu diprediksi tambak akan berkurang 29% dari luas saat ini.

*Kata Kunci: Alih Fungsi Lahan; Cellular Automata ; Pemodelan Lahan*

## PENDAHULUAN

Kota Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia. Kemajuan Surabaya mendorong peningkatan kegiatan perkotaan yang menyebabkan kebutuhan akan lahan yang semakin meningkat padahal ketersediaannya sangatlah terbatas (Pradiptyas, 2011)

Kondisi saat ini, wilayah Surabaya yang masih memiliki lahan yang luas untuk dibangun adalah Surabaya Timur, tepatnya Pantai Timur Surabaya (Rachmatullah & Idajati, 2016). Sehingga wilayah ini dilirik pihak swasta untuk dibangun kawasan permukiman. Selain itu, faktor lain yang membuat pihak pengembang tertarik pada kawasan ini adalah adanya infrastruktur vital yang menjadikan daerah ini semakin strategis. Pantai Timur Surabaya (Pamurbaya) memiliki luas wilayah 2.503,9 Ha (Surabaya, 2014). Kawasan ini terbagi menjadi 4 wilayah Kecamatan yaitu Gunung Anyar, Mulyorejo, Sukolilo dan Rungkut (Surabaya, 2014).

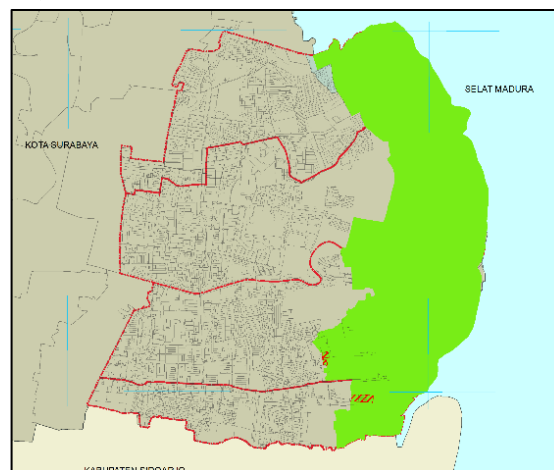
RTRW Kota Surabaya 2014-2034 menetapkan kawasan Pamurbaya sebagai kawasan lindung/konservasi dengan zona ruang terbuka hijau. Pertimbangannya adalah pada Pamurbaya memiliki hutan mangrove yang berfungsi sebagai perlindungan bawahan (Surabaya, 2014).

Permasalahannya adalah status tanah di kawasan Pamurbaya yang masih banyak dimiliki oleh pihak perorangan (Surabaya, 2018). Sehingga masih ditemukan adanya masyarakat yang melakukan jual beli lahan kepada pengembang, padahal sudah jelas bahwa sebagai kawasan konservasi maka tidak diizinkan untuk dibangun. Akan tetapi, sebagai pemilik lahan yang membayar pajak setiap tahunnya, maka pemilik lahan akan cenderung mengupayakan agar lahannya menghasilkan nilai ekonomi, sehingga apabila dilarang untuk dibangun maka akan sangat merugikan pemilik lahan.

Data Dinas Pengelolaan Bangunan dan Tanah Kota Surabaya Terkait Penguasaan Tanah Aset Pemerintah Kota Surabaya di Kawasan Pamurbaya 2016 menyatakan dari seluruh wilayah konservasi di Pamurbaya yang luasnya adalah 25.610.342,01 m<sup>2</sup> hanya 1.881.165 m<sup>2</sup> yang merupakan aset Pemerintah Kota Surabaya (Surabaya, 2018), jika dipresentasikan tanah aset milik Pemkot Surabaya ada hanya 7,34% dan milik perorangan 92,66%. Dari masalah tersebut muncul fenomena yang terjadi saat ini yaitu besarnya potensi alih fungsi lahan yang terjadi di kawasan konservasi Pamurbaya.

Potensi alih fungsi lahan ini diperkuat oleh pada kondisi eksisting 2018 yang sudah terjadi alih fungsi lahan di kawasan konservasi Pamurbaya. Dengan menggunakan metode GIS membandingkan antara area konservasi dengan citra satelit 2017 diketahui ada 2 lokasi yang sudah terjadi alih fungsi lahan. Pertama pada koordinat 070 20' 05.38214''S dan 1120 49' 05.30508'' E terjadi alih fungsi lahan menjadi terbangun seluas 9.94 Ha. Kedua pada koordinat 070 19' 31.73873'' S dan 1120 48' 34.33915'' E terjadi alih fungsi lahan menjadi terbangun seluas 3.77 Ha.

Selain disebabkan oleh status lahan, besarnya potensi alih fungsi lahan di kawasan konservasi Pamurbaya disebabkan karena pertimbangan menetapkan Pamurbaya yang masih diragukan. Pada RTRW Kota Surabaya 2014-2034, penetapannya didasarkan akan adanya ekosistem mangrove harus dilindungi. Akan tetapi fakta eksisting lapangan saat ini dari 2.503,9 Ha yang memiliki tutupan lahan mangrove hanya 427,64 Ha, sangat jauh timpang dengan luas tambak di kawasan konservasi seluas 2080,40 Ha.



Gambar 1 Deliniasi Kawasan Konservasi Pamurbaya berdasarkan RTRW

Sistem Informasi Geografi memiliki empat fungsi yaitu pemodelan, pemetaan, pemantauan dan pengukuran (Aronoff, 1991). Sehingga SIG dapat digunakan untuk mengkaji perkembangan fisik perkotaan. Salah satu model yang dapat digunakan untuk mengkaji perkembangan fisik perkotaan adalah model Cellular Automata (CA) (Wijaya & Umam, 2015). Cellular Automata (CA) adalah sistem diskrit dimana ruang dibagi kedalam bentuk spasial sel teratur dan waktu berproses pada setiap tahapan berbeda (S. J. R. o. m. p. Wolfram, 1983). Konsep Cellular Automata pertama kali dikembangkan

sekitar tahun 1940 oleh Stanislaw Ulam dan John von Neumann untuk menyediakan kerangka investigasi perilaku sistem yang kompleks (Yu, He, & Pan, 2010). Kemudian tahun 1970 John Horton Conway mengembangkan *cellular automata* yang diberi nama “*Game of Life*” (Gardener, 1970). Selanjutnya tahun 2002 Stephen Wolfram melakukan kajian tentang jenis *Cellular Automata* dasar yang ditulis dalam buku “*A New Kind Of Science*” (S. Wolfram, 2002).

Salah satu alat analisis yang menggunakan *Cellular Automata Approach* adalah *Landusesim* Versi 2.3.1 yang dikembangkan oleh (N. A. Pratomoatmojo, 2014). *LanduseSim* merupakan salah satu software simulasi dan pemodelan spasial berbasis *grid/cell* dengan menggunakan data raster penggunaan lahan sebagai atribut spasial (N. A. Pratomoatmojo, 2014). *LanduseSim* sudah digunakan dalam berbagai penelitian tentang perkembangan perkotaan dengan validasi 83,37% (Gharbia et al., 2016), alih fungsi lahan akibat industri di kabupaten kendal dengan validasi 95,68% (Sadewo & Buchori).

Tujuan penelitian ini adalah untuk membangun model spasial prediksi tren perkembangan penggunaan lahan berbasis *cellular automata* untuk identifikasi potensi alih fungsi lahan di kawasan konservasi Pamurbaya menggunakan alat analisis *Cellular Automata* dengan software *Landusesim*.

## METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini terdiri dari metode pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari kuisisioner, wawancara dan observasi lapangan secara langsung. Sedangkan data sekunder diperoleh dari survei instansi dan tinjauan literatur dengan sumber data berupa dokume, data atau studi literatur yang berkaitan dengan penelitian. Dalam mengidentifikasi alih fungsi lahan dilakukan menggunakan metode *overlay* peta penggunaan lahan tahun 2011 dan tahun 2018. Metode *overlay* ESRI ArcGis Versi 10.5 untuk mengetahui apakah ada perubahan penggunaan lahan. Hasil dari analisis *overlay* ini berupa peta perubahan penggunaan lahan dan matriks perubahan lahan. Untuk menentukan variabel yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan diambilkan dari referensi penelitian sebelumnya yang memiliki kondisi serupa dengan wilayah penelitian. Sedangkan untuk menentukan bobot setiap variabel yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan menggunakan metode *Analitycal Hierarchy Process*

(AHP) pada software *Expert Choice* 11. AHP merupakan teori pengukuran melalui perbandingan berpasangan dan tergantung pada penilaian dari para ahli untuk mendapatkan skala prioritas (Fahrozi, 2016). Responden untuk Analisis Delphi dan AHP untuk penelitian ini terdiri dari pemerintah, masyarakat dan akademisi.

Pemodelan tren perkembangan lahan di Pamurbaya Kota Surabaya menggunakan metode *Cellular Automata* software *LanduseSim*. Tahapan dalam simulasi ini terdiri dari konversi dari ASCII format menjadi TIFF, standarisasi data, membuat peta initial transition potential map, menentukan neighborhood filter, membuat peta elasticity of landuse change, membuat transition rule dan langkah *LUCC Simulation* (N. Pratomoatmojo, 2018b) Data yang digunakan untuk simulasi harus dikonversi kedalam format TIFF. Selanjutnya standarisasi variabel dengan metode Fuzzy. Pada penelitian ini menggunakan standarisasi monotonically decreasing dengan algoritma

$$S_{std_{x,y}} = \frac{Si_{x,y}}{\max.S_i}$$

Dimana  $S_{std_{x,y}}$  adalah nilai standar pada cell tertentu (x,y),  $Si_{x,y}$  adalah nilai kesesuaian/ nilai jarak terhadap cel tertentu, dan  $\max.S_i$  adalah nilai maksimum dari nilai kesesuaian/ nilai jarak (N. Pratomoatmojo, 2018a).

Langkah selanjutnya setelah standarisasi data adalah membuat peta initial transition potensial. Input data yang digunakan adalah bobot setiap variabel. Berikut merupakan algoritma peta transisi

$$TPi_{x,y} = \sum_{z=0}^n (Ni_{(z \rightarrow n)_{x,y}} \cdot ITP_{i(z \rightarrow n)_{x,y}})$$

Dimana  $Tp_{i_{x,y}}$  adalah nilai transisi dari penggunaan lahan i pada cell tertentu (x,y),  $Ni_{(z \rightarrow n)_{x,y}}$  adalah proses neighborhood filter oleh filter tertentu,  $ITPi_{(z \rightarrow n)_{x,y}}$  adalah nilai awal peta transisi penggunaan lahan tertentu i atau peta kesesuaian pertumbuhan penggunaan lahan (N. Pratomoatmojo, 2018a), dengan neighbourhood filter 3X3.

Penelitian ini mengabaikan nilai elastisitas perubahan penggunaan lahan atau kemampuan mengonversi lahan lain dianggap sama. Dalam membuat transition rule harus memperhatikan urutan landuse, karena urutan landuse sangat berpengaruh pada *LanduseSim* (N. Pratomoatmojo, 2018b).

Setelah melakukan simulasi, harus dilakukan validasi untuk mengetahui seberapa akurat hasil simulasi. Validasi dilakukan dengan membandingkan peta hasil simulasi dengan kondisi eksisting di tahun yang sama. Dimana hasil simulasi dapat diterima jika memiliki tingkat akurasi 80% (Eastman, 2012).

Setelah didapatkan model yang nilai baik dan dapat digunakan, maka akan dilakukan identifikasi potensi alih fungsi lahan pada kawasan konservasi Pamurbaya dengan menggunakan alat analisis tumpang tindih atau Super-Impose/Overlay antara hasil model dan kawasan konservasi pamurbaya. Sehingga didapatkan deliniasi wilayah dan luas potensi alih fungsi lahan pada kawasan Pamurabaya. Adapun variabel yang digunakan untuk membangun model perkembangan lahan yaitu variabel yang mempengaruhi perubahan lahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Aspek dan Faktor Penelitian

ASPEK	FAKTOR
Kondisi Fisik dan Lingkungan (Lichfield & Darin-Drabkin, 1980)	Jarak dari Daerah Bencana
	Jarak dari Kegiatan Industri
	Jarak Permukiman yang sudah terbangun
Dukungan terhadap Sarana Kawasan (Budiharjo, 1998)	Fasilitas Perdagangan
	Fasilitas Pendidikan
	Fasilitas Kesehatan
	Fasilitas Perkantoran
	Fasilitas Perbankan
	Fasilitas Peribadatan
Dukungan terhadap Prasarana Kawasan (Luhst, 1997)	Fasilitas Persampahan
	Rencana Jaringan Lingkar Luar Surabaya
	Jaringan Listrik
	Jaringan Telepon
	Jaringan Air Bersih
	Jaringan Drainase
	Jaringan Sungai
Jaringan Jalan Utama	
Kondisi Fisik dan Lingkungan (Budiharjo, 1998)	Jaringan Jalan Lingkungan
	Jarak dari Daerah Bencana
	Jarak dari Daerah Pesisir
	Jarak dari Sungai/Muara
	Jarak dari Tambak Eksisting
Dukungan terhadap Prasarana (Budiharjo, 1998)	Jarak dari Area Mangrove
	Jarak dari Area Permukiman
	Rencana Jaringan Jalan Lingkar Luar
	Jaringan Jalan Utama
	Jaringan Jalan Lingkungan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### A. Konversi Variabel dari ASCCI Format menjadi TIFF

Data berupa peta yang digunakan untuk simulasi harus dikonversi menjadi format TIFF. Peta penggunaan lahan harus dikonversi sebagai integer, karena bilangan di peta penggunaan lahan berupa bilangan bulat. Sedangkan peta variabel dikonversi sebagai float, karena bilangan pada peta variabel berupa bilangan desimal. Data yang di konversi sesuai dengan jumlah variabel yang digunakan.

#### B. Standarisasi data peta variabel dengan metode Fuzzy Set pada software LanduseSim

Standarisasi berfungsi untuk memberikan nilai potensi perkembangan terbaik perubahan lahan. Pada penelitian ini semua peta variabel menggunakan standarisasi data monotonically decreasing (semakin dekat dengan variabel pendorong maka memiliki potensi tinggi untuk mengalami perkembangan lahan) dan monotonically increasing (semakin dekat dengan variabel pendorong maka memiliki potensi rendah untuk mengalami perkembangan lahan).

Tabel 2 Setting Fuzzy Set Per Penggunaan Lahan Aktif yang disimulasikan

FAKTOR	JENIS FUZZY SET
<b>PERMUKIMAN/INDUSTR/PERDAGANGAN DAN JASA</b>	
Jarak dari Bencana	<i>Monotonically Increasing</i>
Jarak dari Industri	<i>Monotonically Decreasing</i>
Jarak dari Permukiman Eksis	<i>Monotonically Decreasing</i>
Jarak Fas Perdagangan	<i>Monotonically Decreasing</i>
Jarak Fas Pendidikan	<i>Monotonically Decreasing</i>
Jarak Fas Kesehatan	<i>Monotonically Decreasing</i>
Jarak Fas Perkantoran	<i>Monotonically Decreasing</i>
Jarak Fas Perbankan	<i>Monotonically Decreasing</i>
Jarak Fas Peribadatan	<i>Monotonically Decreasing</i>
Jarak Fas Persampahan	<i>Monotonically Increasing</i>
Jarak Rencana Lingkar Luar SBT	<i>Monotonically Decreasing</i>
Jarak Listrik	<i>Monotonically Decreasing</i>
Jarak Telepon	<i>Monotonically Decreasing</i>
Jarak Air Bersih	<i>Monotonically Decreasing</i>

FAKTOR	JENIS FUZZY SET
Jarak Drainase	<i>Monotically Decreasing</i>
Jarak Sungai	<i>Monotonically Increasing</i>
Jarak Jalan Utama	<i>Monotically Decreasing</i>
Jarak Jalan Lingkungan	<i>Monotically Decreasing</i>

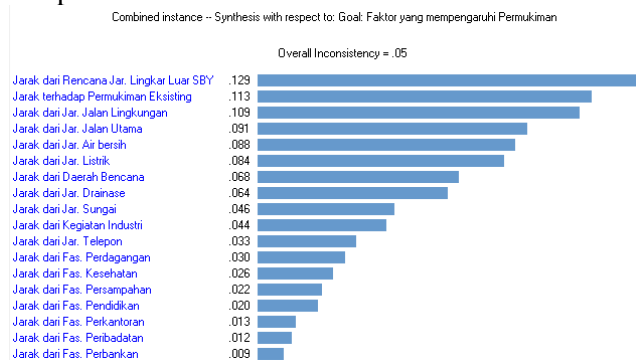
**TAMBAK**

Jarak Bencana	<i>Monotonically Increasing</i>
Jarak Pesisir	<i>Monotically Decreasing</i>
Jarak Sungai	<i>Monotically Decreasing</i>
Jarak Tambak Eksis	<i>Monotically Decreasing</i>
Jarak Mangrove	<i>Monotically Decreasing</i>
Jarak Permukiman	<i>Monotically Decreasing</i>
Rencana Jar Lingkar Luar SBY	<i>Monotically Decreasing</i>
Jarak Jar Utama	<i>Monotically Decreasing</i>
Jarak Jar Lingkungan	<i>Monotically Decreasing</i>

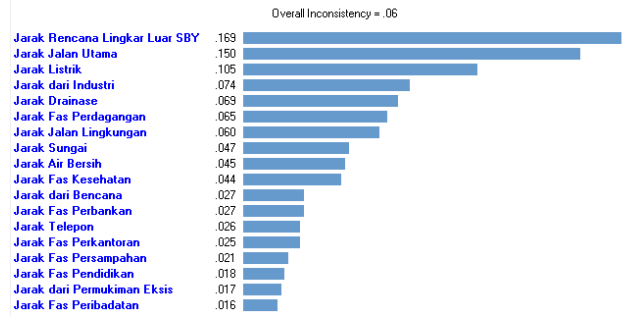
**C. Membangun Peta initial transition potential map Software LanduseSim**

Input data yang digunakan yaitu peta variabel yang sudah distandarisasi dan bobot setiap variabel. Bobot tersebut didapatkan dari hasil analisis AHP. Pembobotan dengan menggunakan teknik AHP (Analysis Hirarkhikal Proses) dengan bantuan software Expert Choice Teknik ini pernah diterapkan oleh (N. A. Pratomatmojo, 2012a). Berikut hasil analisis AHP:

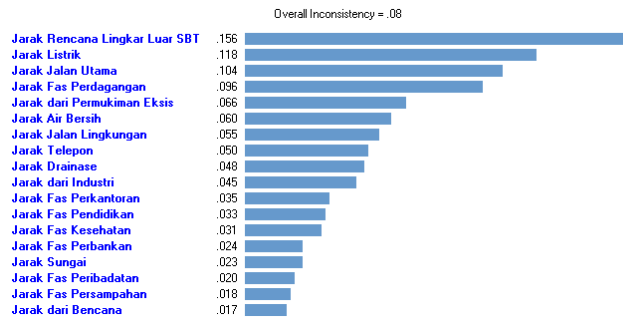
- Bobot faktor yang mempengaruhi perkembangan permukiman



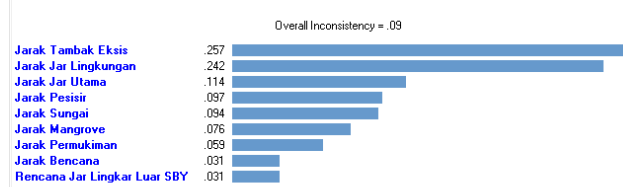
- Bobot faktor yang mempengaruhi perkembangan industry



- Bobot faktor yang mempengaruhi perkembangan perdagangan dan jasa

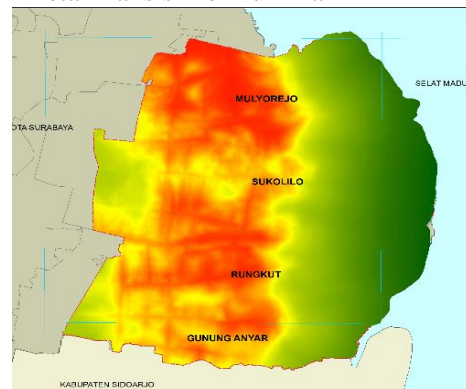


- Bobot faktor yang mempengaruhi perkembangan tambak

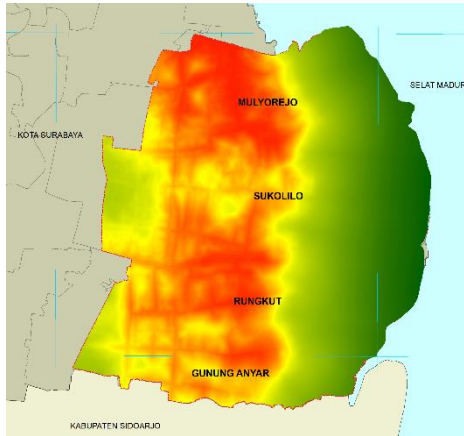


Transition potential map ini dibuat untuk setiap penggunaan lahan yang akan disimulasikan (permukiman, perdagangan jasa dan industri). Berikut ini peta inisial transisi:

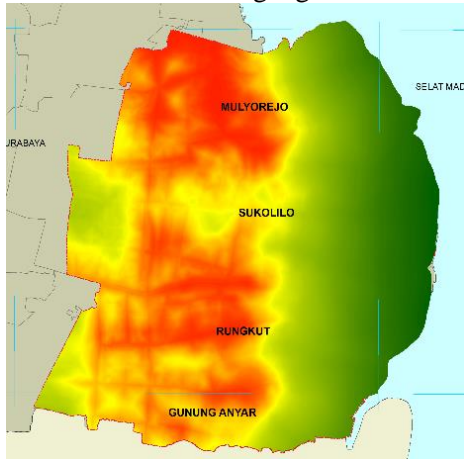
- Peta Transisi Permukiman



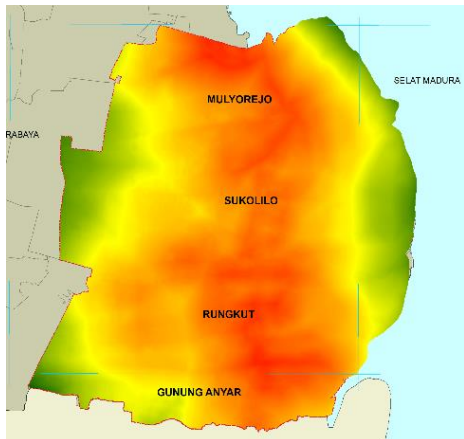
• **Peta Transisi Industri**



• **Peta Transisi Perdagangan dan Jasa**



• **Peta Transisi Tambak**



**D. Neighbourhood Filter dan Transition rules pada software LanduseSim**

Neighborhood filter merupakan proses perhitungan ketetanggaan yang bekerja pada sistem grid. Pada penelitian ini menggunakan neighborhood filter 3X3. Neighborhood filter ini dipilih bertujuan agar model yang dihasilkan lebih kompak (N. A. Pratomoatmojo, 2012b).

Tahap transition rules merupakan proses utama dan kunci dari proses simulasi perkembangan lahan. Pada tahap ini akan menentukan jenis penggunaan lahan yang akan disimulasikan, jumlah pertumbuhan luas lahan yang akan disimulasikan, lahan penghambat serta elastisitas. Pada penelitian ini penggunaan lahan yang akan disimulasikan adalah permukiman, perdagangan jasa, industri dan tambak. Dengan pertumbuhan masing-masing penggunaan lahan selaman 17 tahun menuju 2034 sesuai tahun target RTRW Kota Surabaya sebagai berikut:

**Tabel 3** Estimasi Pertumbuhan Per Penggunaan Lahan yang di simulasikan.

NO	PENGGUNAAN LAHAN	ESTIMASI PERTUMBUHAN 2034 (M <sup>2</sup> )	CELL GROWTH (CELL)
1	Permukiman	17.066.670	68.2667
2	Industri	112.636,7	4.505
3	Perdagangan dan Jasa	336.090,5	13.444
4	Tambak	6.302.705	252.108
Total			952724

Selain melakukan pengaturan pada estimasi pertumbuhan lahan yang disimulasikan, juga dilakukan pengaturan Constraint Landuse. Constraint Landuse, yakni menunjukkan landuse yang memiliki batasan pengembangan, sehingga landuse tersebut tidak akan berubah dan tetap terkait dengan berkembangnya penggunaan lahan permukiman, industri, perdagangan dan jasa, tambak yang diprediksikan. Berikut Constraint Landuse setiap penggunaan lahan.

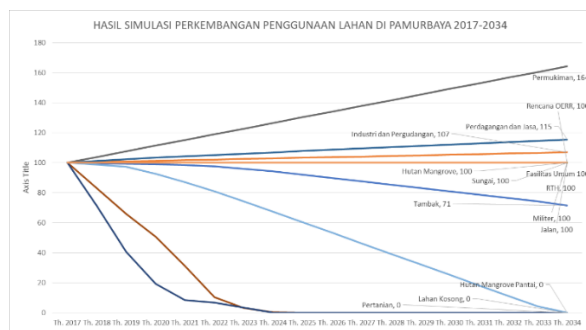
**Tabel 4** Constraint untuk tiap Jenis Penggunaan Lahan.

PENGGUNAAN LAHAN	CONTRAINS LANDUSE
Permukiman	Fasilitas Umum, Industri dan Pergudangan, Rencana OERR, Jalan, Milite, Perdagangan dan Jasa, Sungai, RTH
Industri	Fasilitas Umum, Rencana OERR, Jalan, Militer, , Sungai, RTH

Perdagangan dan Jasa	Fasilitas Umum, Industri dan Pergudangan, Rencana OERR, Jalan, Militer, Sungai, RTH
Tambak	Fasilitas Umum, Industri dan Pergudangan, Permukiman, Perdagangan dan Jasa, Rencana OERR, Jalan, Militer, Sungai, RTH

E. LUCC Simulation pada Celular Automata pada software LanduseSim

LUCC Simulation merupakan salah satu modul pada software Landusesim. LUCC simulation merupakan tahapan terakhir dari simulasi perkembangan lahan. Dimana dalam simulasi iniakan dilakukan iterasi sebanyak 17 kali atau setiap tahunnya. Berikut adalah hasil dari simulasi.



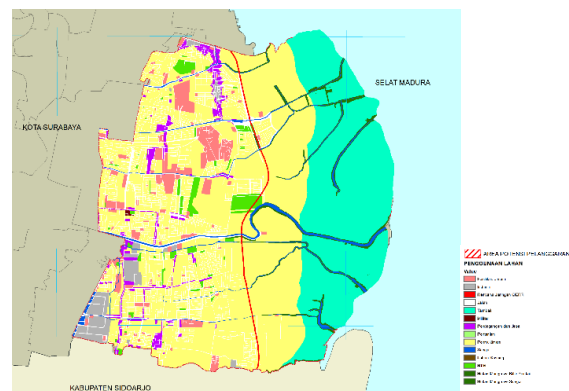
Gambar 2 Grafik Hasil Simulasi Perkembangan Penggunaan lahan Pamurbaya 2017-2034

- Perkembangan penggunaan lahan permukiman tahun 2034 mengalami kenaikan luasan sebanyak 64%. Penambahan tersebut didapatkan dari konversi berbagai penggunaan lahan oleh permukiman diantaranya
  - o Tambak 511.801 sel
  - o Pertanian 83.333 sel
  - o Lahan kosong 62.297 sel
  - o Hutan mangrove 25.079 sel
- Perkembangan penggunaan lahan industri tahun 2034 mengalami kenaikan luasan sebanyak 7%. Penambahan tersebut didapatkan dari konversi berbagai penggunaan lahan oleh industri yaitu permukiman sebanyak 2.647 sel.
- Perkembangan penggunaan lahan perdagangan dan jasa tahun 2034 mengalami kenaikan luasan sebanyak 15%. Penambahan tersebut didapatkan

dari konversi berbagai penggunaan lahan oleh perdagangan dan jasa diantaranya

- o Tambak 37 sel
- o Permukiman 11.134 sel
- o Lahan kosong 105 sel

Selain kenaikan luasan, ada beberapa penggunaan lahan pasif yang terkonversi secara signifikan bahkan hingga luasan penggunaan lahannya habis. Penggunaan lahan tambak mengalami konversi yang signifikan hingga luasnya berkurang sebesar 29%. Hal tersebut juga dialami oleh penggunaan lahan hutan mangrove yang berada dibibir pantai, lahan kosong dan lahan pertanian yang habis luasannya. Diketahui lahan kosong akan habis pada tahun 2024 dan pertanian akan habis pada tahun 2025. Sedangkan mangrove dibibir sungai akan habis pada 2034.



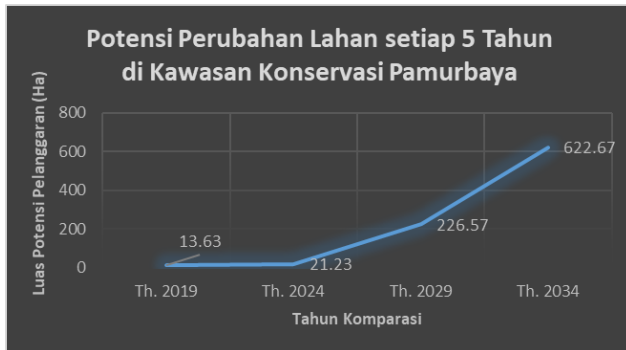
Gambar 3 Peta Hasil Simulasi Perkembangan Lahan Pamurbaya pada Tahun 2034

Hasil permodelan ini menghasilkan nilai akurasi sebesar 83,5%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model memiliki tingkat akurasi yang diterima yaitu 80% (Eastman, 2012).

**Pembahasan**

Hasil yang didapatkan menyatakan bahwa pada tahun 2019 potensi alih fungsi lahan yang terjadi sangat kecil yaitu seluas 13.63 Ha. Kemudian pada tahun 2024 terjadi kenaikan yang tidak signifikan, potensi alih fungsi lahan naik menjadi 21.23 Ha. Pada tahun 2029 terjadi kenaikan signifikan pada potensi alih fungsi lahan di kawasan konservasi Pamurbaya menjadi 226..57 Ha. Kemudian kenaikan signifikan terjadi lagi pada tahun 2034, naik menjadi 622.67 Ha. Hal ini menunjukkan kurva yang eksponensial, karena disebabkan oleh arah permodelan

prediksi tren perkembangan lahan. Untuk lebih detailnya dapat di lihat pada grafik di bawah.



Gambar 3 Grafik Potensi alih fungsi lahan pada Kawasan Konservasi Pamurbaya dalam Hectar setiap 5 tahun.

Jika ditinjau dari sudut pandang per Kecamatan, pada tahun 2019 dan 2024 potensi di setiap Kecamatan hampir sama, karena sangat kecil potensi alih fungsi lahan yang terjadi. Akan tetapi di tahun 2029 mulai terjadi perbedaan luas potensi alih fungsi lahan di setiap Kecamatan di Pamurbaya. Paling besar luasannya adalah Kecamatan Sukolilo dan Rungkut. Kemudian di tahun 2034 luas potensi alih fungsi lahan naik secara linier dengan Kecamatan Sukolilo paling besar. Untuk lebih detail dapat dilihat pada grafik di bawah.



Gambar 4 Grafik Potensi alih fungsi lahan Kawasan Konservasi Pamurbaya per Kecamatan setiap 5 Tahun

Berikut detail dari hasil prediksi potensi alih fungsi lahan kawasan konservasi berdasarkan model perubahan penggunaan lahan.

- Pada tahun 2019 potensi alih fungsi lahan diprediksi akan terjadi sangat minim hanya sebesar 0,53% atau dari 2.592,31 kawasan konservasi Pamurbaya yang berpotensi hilang adalah seluas 13,63 Ha.

- Pada tahun 2024 potensi alih fungsi lahan diprediksi akan terjadi sangat minim hanya sebesar 0,82% atau dari 2.592,31 kawasan konservasi Pamurbaya yang berpotensi hilang adalah seluas 21,23 Ha.
- Pada tahun 2029 potensi alih fungsi lahan diprediksi akan terjadi sangat minim hanya sebesar 8,74 % atau dari 2.592,31 kawasan konservasi Pamurbaya yang berpotensi hilang adalah seluas 226,57 Ha.
- Pada tahun 2034 potensi alih fungsi lahan diprediksi akan terjadi sangat minim hanya sebesar 24,02 % atau dari 2.592,31 kawasan konservasi Pamurbaya yang berpotensi hilang adalah seluas 622,67 Ha.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi perkembangan penggunaan lahan Pamurbaya pada tahun 2034 diketahui bahwa perkembangan lahan terbangun mengarah kearah timur sejauh maksimal 738 meter mendekati arah pantai. Juga didapatkan bahwa permukiman selama 17 tahun kedepan diprediksi tumbuh hingga 64%, industri diprediksi tumbuh 7%, perdagangan dan jasa diprediksi tumbuh hingga 15%. Selain itu, juga terjadi berkurangnya penggunaan lahan tambak sebanyak 29% dan lahan kosong serta hutan mangrove di bibir pantai akan hilang pada tahun 2024-2025.

Hasil identifikasi potensi alih fungsi lahan kawasan konservasi Pamurbaya berdasarkan hasil model spasial prediksi perkembangan penggunaan lahan tahun 2034 diketahui pada tahun 2019 diprediksi kawasan konservasi akan hilang sebanyak 0,53%, tahun 2024 akan hilang sebanyak 0,82%, tahun 2029 akan hilang sebanyak 8,7% dan pada tahun 2034 akan hilang sebanyak 24,02% menjadi lahan terbangun.

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk Pemerintah Kota Surabaya untuk menyusun dokumen tata ruang terkait. Saran dari penelitian ini adalah karena penelitian ini mengasumsikan bahwa garis pantai tidak berubah, maka penelitian lanjutannya diharapkan dapat mengakomodasi perubahan garis pantai. Selain itu juga perlu dilakukan kajian pada daerah yang di plot memiliki potensi alih fungsi lahan untuk diadakan kajian apakah tetap akan dipertahankan sebagai kawasan lindung, atau diputihkan menjadi lahan budidaya.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Aronoff, S. (1991). *Geographic information systems: a management perspective*. Retrieved from
- Budiharjo, E. (1998). *Arsitektur Perumahan Perkotaan*. In: Gajag Mada University Press.
- Eastman, J. R. (2012). *IDRISI Selva Tutorial. IDRISI Production* (Vol. 45). Worcester: Clark Labs-Clark University.
- Fahrozi, W. (2016). Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dalam Menentukan Ras Ayam Serama. *3*(3), 214-277.
- Gardener, M. J. S. A. (1970). MATHEMATICAL GAMES: The fantastic combinations of John Conway's new solitaire game" life,". *223*, 120-123.
- Gharbia, S. S., Alfatah, S. A., Gill, L., Johnston, P., Pilla, F. J. M. E. S., & Environment. (2016). Land use scenarios and projections simulation using an integrated GIS cellular automata algorithms. *2*(3), 151.
- Lichfield, N., & Darin-Drabkin, H. (1980). *Land policy in planning* (Vol. 8): Taylor & Francis.
- Luhst, K. M. (1997). *Real Estate Valuation: principles and application*. In: USA: Times Mirror Higher Education Group, Inc. company.
- Pradiptyas. (2011). Analisis Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Sebagai Penyerap Emisi CO2 Di Perkotaan Menggunakan Program Stella (Studi Kasus: Surabaya Utara Dan Timur).
- Pratomoatmojo, N. (2018a). *LanduseSim Algorithm: Land use change modelling by means of Cellular Automata and Geographic Information System*. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Pratomoatmojo, N. (2018b). *LanduseSim Methods: Land use class hierarchy for simulations of multiple land use growth*. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Pratomoatmojo, N. A. (2012a). *Land Use Change Modelling Under Tidal Flood Scenario By Means Of Markov-Cellular Automata In Pekalongan Municipal*. Retrieved from Yogyakarta:
- Pratomoatmojo, N. A. (2014). *LanduseSim sebagai aplikasi pemodelan dan simulasi spasial perubahan penggunaan lahan berbasis Sistem Informasi Geografis dalam konteks perencanaan wilayah dan kota*. Paper presented at the Seminar Nasional CITIES 2014.
- Rachmatullah, T., & Idajati, H. J. J. T. I. (2016). Tingkat Deviasi Konversi Lahan di Kawasan Lindung Kelurahan Wonorejo Surabaya. *5*(1).
- Sadewo, M. N., & Buchori, I. Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan Akibat Pembangunan Kawasan Industri Kendal (KIK) Berbasis Cellular Automata. *32*(2), 142-154.
- Surabaya, P. K. (2014). *Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya*. Surabaya
- Surabaya, P. K. (2018). *Data Aset Pemerintah Kota Surabaya*.
- Wijaya, M. S., & Umam, N. J. M. I. G. (2015). Pemodelan spasial perkembangan fisik perkotaan Yogyakarta menggunakan model cellular automata dan Regresi logistik biner. *17*(2), 165-172.
- Wolfram, S. (2002). *A new kind of science* (Vol. 5): Wolfram media Champaign, IL.
- Wolfram, S. J. R. o. m. p. (1983). Statistical mechanics of cellular automata. *55*(3), 601.
- Yu, H., He, Z., & Pan, X. J. P. E. S. (2010). Wetlands shrink simulation using cellular automata: a case study in Sanjiang Plain, China. *2*, 225-233.