

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Berdasarkan perspektif sejarah, fenomena *urban shrinkage* bukanlah suatu hal yang baru di seluruh dunia. Kejadian kehancuran peradaban lampau oleh karena perang atau kejatuhan ekonomi telah menjadi bukti bahwa pengembangan perkotaan pre-industrial tidak mengikuti kaidah proses pertumbuhan secara linear (Oswalt & Rieniets, 2006). Di kawasan Eropa, fenomena *urban shrinkage* umumnya terjadi di wilayah Eropa Tengah dan Timur seperti di Negara Lituania dan Latvia. Namun, fenomena ini juga ditemui di beberapa negara di Eropa Barat seperti Jerman dan Finlandia. Fenomena *urban shrinkage* ditandai dengan menurunnya jumlah populasi penduduk secara signifikan yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti kemunduran ekonomi, perubahan demografis, suburbanisasi, perubahan struktural, dan permasalahan lingkungan (Nelle et al., 2017).

Proses dan metode untuk menentukan terjadinya *urban shrinkage* muncul dalam bentuk krisis ekonomi, meningkatnya tingkat pengangguran, dan migrasi keluar menuju daerah yang lebih makmur. Lebih jauh lagi, perpindahan penduduk dari kota ke desa juga menyebabkan penurunan jumlah penduduk di kawasan perkotaan dan perubahan demografi secara signifikan (D. Haase, Haase, Kabisch, Kabisch, & Rink, 2012). Dalam perspektif spasial, fenomena *urban shrinkage* dapat menimbulkan permasalahan berupa disparitas ekonomi dan sosial dalam suatu negara. Kemunduran ekonomi disebabkan oleh deindustrialisasi serta kurangnya kemampuan penduduk untuk menciptakan inovasi terhadap lapangan pekerjaan baru menyebabkan meningkatnya angka pengangguran yang akan memaksa penduduk usia produktif untuk pindah ke kota lainnya dapat menawarkan kesempatan kerja (D. Haase et al., 2012).

*Urban shrinkage* diidentifikasi secara spasial melalui perubahan penggunaan lahan dan pendekatan pemodelan. Menurut D. Haase et al (2012) terdapat tiga pendekatan dalam pendekatan pemodelan yaitu *System Dynamics* (SD), *Cellular Automata* (CA), dan *Agent-Based Models* (ABM). Kebanyakan studi sebelumnya dalam mensimulasikan dinamika spasial seperti *urban growth* dan perubahan guna lahan menggunakan pendekatan SD. Namun, pendekatan SD ini tidak dapat mengungkapkan pola spasial dan perubahan guna

lahan. Pendekatan CA hadir karena pendekatan ini menawarkan teknik yang sesuai untuk mensimulasikan sistem yang kompleks dalam konteks spasial (K. Clarke, Hoppen, & Gaydos, 1997). Namun, kekurangan dari pendekatan CA adalah peneliti tidak dapat memodifikasi aturan dan skenario dalam proses simulasi (Theobald & Gross, 1994). Pendekatan yang terakhir adalah ABM, pendekatan ini digunakan untuk mensimulasikan pengambilan keputusan secara mandiri berdasarkan aspek-aspek yang ada dalam masyarakat perkotaan (Li & Liu, 2007). Penggunaan pendekatan ABM dalam pemodelan *urban shrinkage* masih dalam tahap awal karena masih kurangnya aturan dan skenario mengenai perilaku kompleks yang dibutuhkan bagi pondasi pendekatan tersebut.

Kawasan Metropolitan Surakarta merupakan salah satu kawasan metropolitan di Provinsi Jawa Tengah yang juga menjadi andalan Subosukowonosraten. Kawasan Metropolitan Surakarta dapat disebut sebagai kawasan metropolitan karena menurut Undang-Undang nomor 26 tahun 2007 tentang penataan ruang, kawasan metropolitan merupakan kawasan perkotaan yang berdiri sendiri atau kawasan perkotaan inti dengan kawasan di sekitarnya yang saling memiliki keterkaitan dan dihubungkan dengan sistem jaringan prasarana wilayah yang terintegrasi dengan jumlah penduduk paling sedikit satu juta jiwa. Menurut Pradoto (2018), Kawasan Metropolitan Surakarta biasa juga disebut Solo Raya mencakup kawasan aglomerasi dari Kota Surakarta sebagai kawasan perkotaan inti dan enam kabupaten di sekitarnya sebagai kawasan peri-urban yang meliputi Kabupaten Sukoharjo, Boyolali, Karanganyar, Wonogiri, Sragen, dan Klaten. Namun, dari enam kabupaten tersebut hanya tiga kabupaten yang menunjukkan pola aglomerasi, yaitu Kabupaten Sukoharjo, Boyolali, dan Karanganyar. Berdasarkan pola aglomerasi tersebut diambil kecamatan di tiga kabupaten yang melekat dengan Kota Surakarta sebagai Kawasan Metropolitan Surakarta (Pradoto et al., 2018).

Kawasan Metropolitan Surakarta mengalami pola pengembangan yang tidak seimbang dimana beberapa daerah pinggiran Metropolitan Surakarta menjadi daerah baru yang berkembang, ditandai dengan tersedianya sarana dan prasarana yang baik, sementara kawasan perkotaan sebelumnya di tengah kota mengalami proses kemunduran (Pradoto et al., 2018). Penelitian ini mengkaji dinamika spasial di KMS dari tahun 2008 hingga tahun 2018 dengan rentang waktu per lima tahun. Tahun 2008 sangat penting untuk dijadikan tahun awal yang dikaji karena terdapat perbedaan yang cukup signifikan dalam aspek spasial dan infrastruktur dengan tahun 2013 yang merupakan rentang waktu 5 tahun pertama setelah

2008. Kemudian rentang waktu 5 tahun kedua, yaitu tahun 2018, akan semakin signifikan dan terlihat perbedaannya. Oleh karena itu diambil rentang waktu 5 tahun, agar terlihat perbedaan yang cukup signifikan dan dapat dikaji dalam konteks spasial. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi fenomena *urban shrinkage* yang mungkin terjadi di Metropolitan Surakarta berdasarkan *trend* migrasi penduduk dan menurunnya kondisi ekonomi di bagian tengah kota. Penelitian ini menggunakan metode pemodelan atau simulasi *cellular automata* dan SLEUTH dimana menggunakan *trend* perubahan guna lahan dan tutupan lahan pada tahun-tahun terdahulu untuk memprediksi kondisi perkotaan di masa yang akan datang. Hasil dari penelitian ini adalah algoritma *cellular automata* yang biasa digunakan sebagai tools dalam pemodelan pertumbuhan perkotaan (*Urban Growth Model*) dapat digunakan sebagai alat untuk memprediksi fenomena *urban shrinkage* di Kawasan Metropolitan Surakarta dan rekomendasi arahan penataan ruang bagi pemerintah daerah Kawasan Metropolitan Surakarta dalam perumusan kebijakan dan pengambilan keputusan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Fenomena urbanisasi merupakan fenomena umum yang kerap ditemui di kota-kota di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa. Urbanisasi akan menyebabkan pertumbuhan populasi di kawasan perkotaan yang dikenal juga dengan fenomena pertumbuhan perkotaan/*urban growth*. *Urban growth* dapat meningkatkan perkembangan ekonomi di suatu kota. Penelitian akhir-akhir ini hanya menitikberatkan pada fenomena *urban growth*, padahal terdapat juga fenomena *urban shrinkage* yang bersifat kontradiktif. Fenomena ini dapat diprediksi menggunakan beberapa pemodelan atau algoritma tertentu, salah satunya adalah *Cellular Automata*. Namun, simulasi CA hingga kini hanya dilakukan untuk memprediksi *urban growth* saja. Selain itu metode CA kebanyakan hanya digunakan dalam penelitian yang berfokus di daerah pesisir, khususnya pemodelan resiko bencana di kawasan pesisir. Penelitian ini dapat dikategorikan sebagai penelitian berbasis pemodelan dengan pendekatan kuantitatif eksperimental dimana peneliti menguji suatu *tools/model* yang penggunaannya dimodifikasi sehingga tidak sebagaimana *tools* tersebut biasa digunakan (Sejati & Buchori, 2010). Algoritma CA yang biasa digunakan untuk prediksi *urban growth* akan digunakan untuk prediksi *urban shrinkage* dengan cara pembuktian berupa melihat perbandingan percepatan pertumbuhan perkotaan antara kawasan inti perkotaan (Kota Surakarta) dengan kawasan periferinya (kecamatan di sekitar Kota Surakarta).

Berkebalikan dari *urban growth*, apabila suatu kota sudah mengalami kejenuhan populasi yang tinggi, dalam artian kota tersebut sudah mencapai batasan tertinggi atau melewati batas populasi yang dapat ditampung pada suatu daerah, maka kemungkinan kota tersebut akan mengalami penyusutan populasi atau yang disebut juga dengan fenomena *urban shrinkage* (Oswalt & Rieniets, 2006). Fenomena ini dapat diidentifikasi dan diprediksi secara spasial melalui perubahan penggunaan lahan dan pendekatan pemodelan. Terdapat tiga pendekatan dalam pendekatan pemodelan yaitu *System Dynamics* (SD), *Cellular Automata* (CA), dan *Agent-Based Models* (ABM) (D. Haase et al., 2012). Namun, sejauh ini belum ada riset mengenai *urban shrinkage* yang menggunakan metode *Cellular Automata* (CA). Berdasarkan permasalahan studi yang telah disebutkan di atas, maka dirumuskan pertanyaan penelitian “Apakah dalam kurun waktu tertentu kawasan metropolitan Surakarta akan mengalami fenomena *urban shrinkage*? Seperti apa hasil algoritma CA untuk memprediksi fenomena *urban shrinkage*?”.

### **1.3 Tujuan dan Sasaran**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, tujuan dan sasaran dalam penelitian *Prediksi Urban Shrinkage pada Metropolitan Surakarta dengan Algoritma Cellular Automata dan SLEUTH* adalah seperti berikut:

#### **1.3.1 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah memprediksi apakah fenomena *urban shrinkage* akan terjadi di Metropolitan Surakarta dengan algoritma Cellular Automata dan SLEUTH.

#### **1.3.2 Sasaran**

Sasaran penelitian ini adalah sebagai berikut:

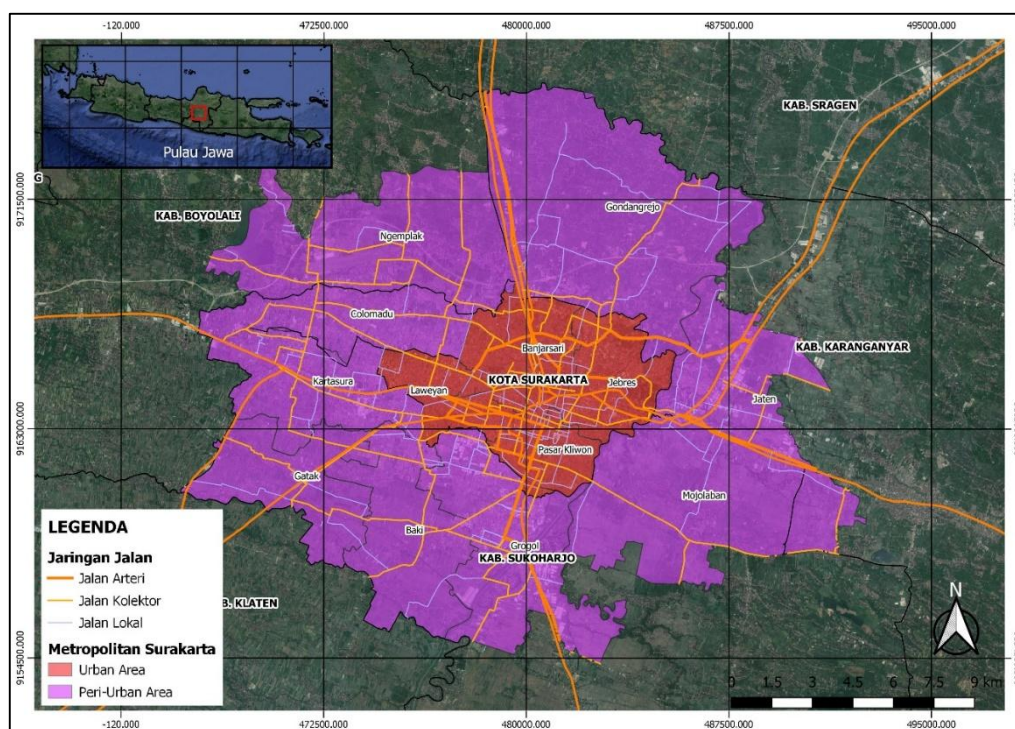
- a. Deteksi perubahan tutupan lahan di metropolitan Surakarta tahun 2008, 2013, dan 2018
- b. Menganalisis variabel-variabel yang berpengaruh (*drivers*) terhadap pertumbuhan kota di Kawasan Metropolitan Surakarta
- c. Mengidentifikasi pertumbuhan perkotaan di Kawasan Metropolitan Surakarta
- d. Memprediksi fenomena *urban shrinkage* di metropolitan Surakarta menggunakan pemodelan pertumbuhan perkotaan (*Urban Growth Model*) berbasis algoritma *cellular automata* dan SLEUTH
- e. Merumuskan kesimpulan dan rekomendasi

## 1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini mencakup ruang lingkup wilayah dan materi. Berikut adalah ruang lingkup penelitian:

### 1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah secara administratif adalah kawasan Metropolitan Surakarta yang mencakup Kota Surakarta dan kecamatan-kecamatan yang berdekatan sejumlah 9 kecamatan (Kecamatan Ngemplak, Kecamatan Gondangrejo, Kecamatan Jaten, Kecamatan Colomadu, Kecamatan Kartasura, Kecamatan Mojolaban, Kecamatan Grogol, Kecamatan Baki, dan Kecamatan Gatak) dengan total luas kawasan  $\pm 29.811$  Ha. Kawasan Metropolitan Surakarta terletak di antara  $110^{\circ} 45' 15''$  -  $110^{\circ} 45' 35''$  Bujur Timur dan  $70^{\circ} 36''$  -  $70^{\circ} 56''$  Lintang Selatan dan berbatasan dengan Kabupaten Sragen dan Kabupaten Boyolali di sebelah utara, Kabupaten Karanganyar dan Kabupaten Sukoharjo di sebelah timur, Kabupaten Boyolali dan Kabupaten Klaten di sebelah barat, dan Kabupaten Sukoharjo dan Kabupaten Klaten di sebelah selatan.



Sumber: Bappeda Provinsi Jawa Tengah, 2015

**Gambar 1.1 Peta Administrasi Metropolitan Surakarta**

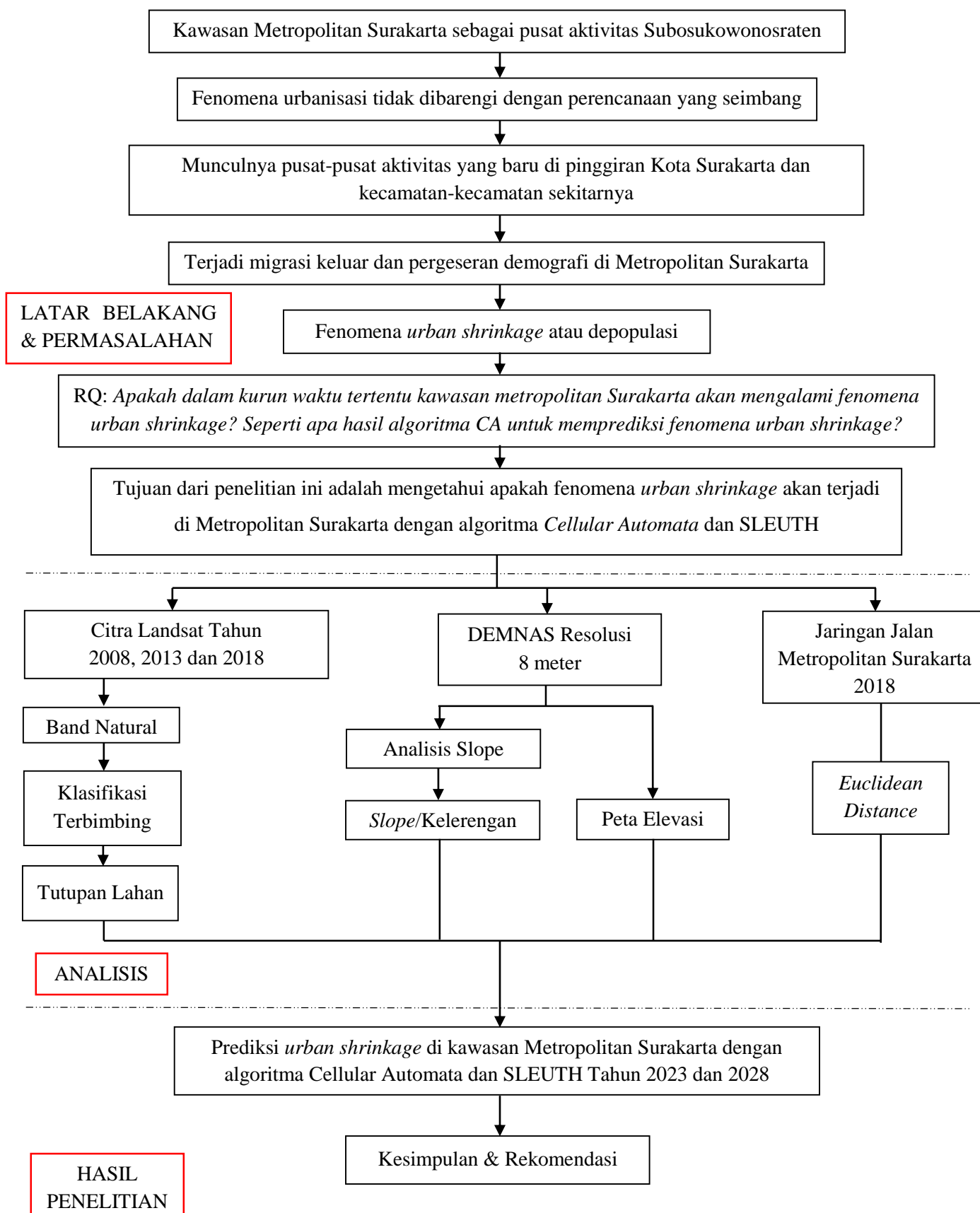
### 1.4.3 Ruang Lingkup Materi

Ruang lingkup materi mengacu pada batasan-batasan penelitian yang dilakukan. Penelitian ini memiliki fokus pada prediksi fenomena *urban shrinkage* di Metropolitan Surakarta menggunakan algoritma *Cellular Automata* dan SLEUTH. Penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat eksperimental karena melakukan simulasi untuk memprediksi kondisi tutupan lahan di masa depan berdasarkan data di masa lampau dan masa kini. SLEUTH merupakan singkatan dari enam variabel yang digunakan sebagai bahan untuk melakukan simulasi perubahan tutupan lahan. Ke enam variabel tersebut adalah *Slope*/kelerengan, *Landuse*/tutupan lahan, *Excluded*/lahan yang dikecualikan, *Urban*/Kawasan perkotaan, *Transportation*/jaringan jalan, dan *Hillshade*/punggung bukit. Namun, pada penelitian ini ke enam variabel SLEUTH dilebur menjadi empat *drivers/constrains factors* yaitu (1) *Slope* yang mewakili *Slope*, (2) *Elevation Model* yang mewakili *Hillshade*, (3) *Distance to Road* yang mewakili *Transportation*, dan (4) *Evidence Likelihood* yang merupakan hasil perhitungan yang menggunakan variabel *Excluded* dan *Transision Map*, sedangkan variabel *Landuse* dan *Urban* diwakilkan oleh *input* data tutupan lahan awal dan final pada tahapan awal LCM.

Setiap variabel memiliki parameter masing-masing yang mengatur skenario simulasi yang dibangun (K. C. Clarke, Hoppen, & Gaydos, 1996). Namun, skenario juga dapat dibangun secara otomatis melalui bantuan software IDRISI Selva 17. Simulasi perubahan tutupan lahan tersebut dapat digunakan untuk memprediksi perubahan tutupan lahan di Kawasan Metropolitan Surakarta di masa depan dan mendeteksi fenomena spasial yang akan terjadi. Analisis yang dilakukan melalui pendekatan kuantitatif dan indikasi dinamika spasial di KMS dapat diselaraskan dengan hasil prediksi perubahan tutupan lahan yang nantinya akan menentukan terjadi atau tidaknya fenomena *urban shrinkage* di KMS. Fokus bahasan pada penelitian ini antara lain:

- a. Kemungkinan terjadinya fenomena *urban shrinkage* sebagai manifestasi dari pesatnya pertumbuhan perkotaan dan ketidakseimbangan perumusan kebijakan di Kawasan Metropolitan Surakarta.
- b. Pembuktian fenomena *urban shrinkage* di Metropolitan Surakarta melalui pemodelan pertumbuhan perkotaan (*Urban Growth Model*).
- c. Algoritma *Cellular Automata* dan SLEUTH sebagai model (UGM) yang digunakan pada prediksi *urban shrinkage* di metropolitan Surakarta.

## 1.5 Kerangka Pikir



Sumber: Analisis, 2019

Gambar 1.2 Kerangka Pikir

## 1.6 Metode Penelitian

Metodologi penelitian memiliki banyak dimensi dan metode penelitian merupakan salah satu bagian dari metodologi penelitian. Metode penelitian dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok, yang pertama yaitu metode mengumpulkan data secara ilmiah; yang kedua adalah metode untuk menetapkan hubungan atau korelasi antara data yang telah diperoleh dan yang belum diperoleh, dan yang ketiga adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi keakuratan hasil penelitian yang diperoleh (Kothari, 2004). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah fenomena *urban shrinkage* akan terjadi di Metropolitan Surakarta dengan algoritma *Cellular Automata* dan SLEUTH, sehingga pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif eksperimental dengan menggunakan pemodelan atau *tools*.

Pendekatan simulasi melibatkan suatu konstruksi lingkungan buatan dimana data dan informasi yang relevan dapat didapatkan. Kata simulasi juga merujuk pada operasi dari model numerik yang merepresentasikan suatu proses yang dinamis. Pendekatan simulasi juga dapat berguna dalam pemodelan untuk dapat memprediksi kemungkinan-kemungkinan di masa depan. Pada penelitian ini, pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengolah data spasial berbasis citra penginderaan jauh dan sub-pendekatan simulasi untuk memprediksi kemungkinan yang dapat terjadi di masa yang akan datang.

### 1.6.1 Informasi Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer digunakan sebagai alat validasi data awal terhadap kondisi eksisting dan data sekunder digunakan sebagai input utama atau input awal dalam kegiatan penelitian. Tabel I.1 menunjukkan informasi data dalam penelitian ini:

**TABEL I. 1**  
**TABEL INFORMASI DATA**

No.	Data	Jenis Data	Bentuk	Sumber	Kegunaan
1	Citra Landsat 5 TM tahun 2008	Sekunder	Citra	USGS	Mengetahui informasi tutupan lahan, daerah resisten urbanisasi, dan kawasan perkotaan



No.	Data	Jenis Data	Bentuk	Sumber	Kegunaan
2	Citra Landsat 8 OLI tahun 2013 dan 2018	Sekunder	Citra	USGS	Mengetahui informasi tutupan lahan, daerah resisten urbanisasi, dan kawasan perkotaan
3	Citra DEMNAS tahun 2011	Sekunder	Citra	BIG	Menyusun data kelerengan dan <i>hillshade</i>
4	Jaringan Jalan KMS tahun 2018	Sekunder	Shapefile	Bappeda	Menyusun data transportasi dan aksesibilitas
5	Peta administrasi	Sekunder	Shapefile	Bappeda	Mengetahui batas administrasi dan lokasi geografis
6	Jumlah dan kepadatan Penduduk	Sekunder	Angka	BPS	Mengetahui jumlah dan kepadatan penduduk
7	Trend jumlah penduduk tahun 2008 - 2018	Sekunder	Angka	BPS	Menganalisis fenomena urbanisasi

Sumber: Analisis, 2019

### 1.6.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah salah satu tahapan dalam kegiatan penelitian yang berguna untuk mengumpulkan data dengan teknik yang tepat. Data yang telah diolah akan menghasilkan informasi yang berguna. Berdasarkan sumbernya, teknik pengumpulan data dibagi menjadi dua jenis, yaitu teknik pengumpulan data primer dan teknik pengumpulan data sekunder.

#### a. Teknik Pengumpulan Data Primer

Pada penelitian ini, teknik pengumpulan data primer dilakukan dengan cara observasi/pengamatan lapangan. Observasi atau pengamatan lapangan adalah kegiatan pengamatan dan pencatatan secara langsung terhadap kondisi atau fenomena di lapangan oleh peneliti secara langsung, tanpa mewawancarai responden (Kothari, 2004). Observasi

yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan untuk uji ketelitian hasil klasifikasi citra satelit.

- **Interpretasi Citra Satelit**

Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Landsat yang diunduh dari USGS tahun 2008, 2013 dan 2018. Citra Landsat tahun 2008 merupakan Citra Landsat 5 TM dengan resolusi spasial 30 meter sedangkan tahun data 2013 dan 2018 merupakan Citra Landsat 8 OLI dengan resolusi spasial 30 meter yang dipertajam menjadi 15 meter. Interpretasi dilakukan pada citra yang telah diklasifikasi dengan Teknik klasifikasi terbimbing menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM). Citra yang telah diklasifikasi menghasilkan tutupan lahan tentatif. Jenis tutupan lahan dirujuk menurut Peraturan Jenderal Planologi Kehutanan No. P.1/VII-IPSDH/2015 tentang Pemantauan Penutupan Lahan menjadi lima jenis yaitu lahan terbangun, pertanian, kebun, semak belukar, dan badan air. Kelima jenis atau kelas tutupan lahan tersebut juga diberi warna sesuai standar interpretasi tutupan lahan menurut peraturan yang sama.

- **Uji Ketelitian**

Uji ketelitian yang dilakukan menguji validitas tutupan lahan dengan mengambil titik sampel dengan metode *purposive sampling* dimana peneliti mengambil titik sampel dengan pertimbangan terkait kesesuaian tutupan lahan hasil analisis menggunakan *plugin* Dzetsaka pada *software* QGIS dengan kondisi eksisting di lapangan. Setelah hasil observasi lapangan didapatkan maka uji ketelitian dilakukan dengan menggunakan akurasi kappa. Contoh matriks penaksiran untuk uji ketelitian digambarkan pada tabel I.2

**TABEL I. 2**  
**MATRIKS PENAKSIRAN AKURASI HASIL INTERPRETASI**

Hasil Klasifikasi	Data Lapangan						Jumlah Baris
	A	B	C	D	E	F	
<b>A</b>	300	0	0	0	0	0	305
<b>B</b>	0	40	0	40	0	0	80
<b>C</b>	0	0	214	50	0	0	264
<b>D</b>	0	0	0	20	0	0	28
<b>E</b>	0	0	0	18	250	123	391
<b>F</b>	0	0	0	14	20	322	376
<b>Jumlah Kolom</b>	300	48	239	142	270	445	1444

Keterangan    A : Air  
                   B : Pasir  
                   C : Hutan  
                   D : Kota  
                   E : Jagung  
                   F : Rumput

*Sumber:* (Lillesan & Kiefer, 2004)

Penentuan hasil akurasi dilakukan dengan operasi matematis dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Derajat Kepercayaan (\%)} = \frac{\sum \text{titik yang sesuai}}{\sum \text{total titik sampel}} \times 100\%$$

Selain perhitungan derajat kepercayaan, akurasi hasil klasifikasi juga ditentukan dan dinyatakan dengan koefisien kappa atau indeks kappa yang diformulasikan dengan rumus sebagai berikut (Jensen & Lulla, 1987) :

$$K = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^I X_{ii} - \sum_{i=1}^I X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^I (X_{i+} X_{+i})}$$

Keterangan:

N        : Jumlah seluruh pixel sampel dalam confusion matrix  
 X<sub>ii</sub>    : Pixel pada diagonal utama confusion matrix  
 X<sub>i+</sub>    : Jumlah pixel seluruh kolom pada suatu baris  
 X<sub>+i</sub>    : Jumlah pixel seluruh baris pada suatu kolom

## **b. Teknik Pengumpulan Data Sekunder**

Teknik pengumpulan data sekunder dilakukan dengan cara mengunduh citra satelit yang tersedia dari halaman penyedia citra satelit gratis <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Citra satelit (*Satellite Imagery*) yang diunduh adalah citra tahun 2008, 2013, dan 2018 untuk melihat *trend* perubahan tutupan lahan menggunakan klasifikasi terbimbing sebagai metode pengolahan citra tersebut. Alasan penggunaan citra satelit tiga *timeseries* pada tahun 2008, 2013, dan 2018 adalah melihat *trend* yang berbeda pada dua periode dimana periode pertama adalah tahun 2008-2013 dan periode kedua adalah tahun 2013-2018. Perbedaan *trend* yang ada dapat menunjukkan pertumbuhan kota di Kawasan Metropolitan Surakarta. Selain menunjukkan *trend* waktu per lima tahun, penelitian pada tahun 2008 hingga 2018 ini sangat penting untuk dikaji karena terdapat suatu perbedaan cukup signifikan dalam aspek infrastruktur dan proses pembangunan yang terjadi di Kawasan Metropolitan Surakarta. Sebagai contoh terdapat flyover Palur yang belum selesai pada tahun 2008 dan sudah selesai

pada tahun 2013, kemudian terdapat pusat perbelanjaan yang juga dibangun di daerah Palur pada tahun 2005 dan selesai tahun 2010. Selain itu terdapat kawasan industri yang mulai bermunculan di kawasan perifer Kota Surakarta pada tahun 2010. Hal ini tentu mempengaruhi arah dan kecepatan perkembangan perkotaan KMS dan memicu adanya pertumbuhan lahan terbangun yang cukup signifikan di kawasan peri-urban Kota Surakarta.

Pada penelitian ini, selain menggunakan citra untuk melihat tutupan lahan, citra juga digunakan sebagai bahan algoritma *Cellular Automata* (CA) dan SLEUTH dengan mengambil beberapa aspek penginderaan jauh yang kemudian diterapkan pada algoritma CA dan SLEUTH. Data sekunder lainnya adalah data statistik berupa data jumlah penduduk dan luasan tutupan lahan serta perubahannya setiap 5 tahun dari tahun 2008 sampai tahun 2018. Data statistik tersebut memberikan gambaran umum mengenai kondisi di lapangan yang dapat dijadikan pedoman dalam melakukan penelitian yang lebih mendalam.

### **1.6.3 Teknik Analisis Data**

#### **a. Pengolahan Awal Citra**

Citra satelit yang diunduh merupakan citra Landsat 5 dan Landsat 8 dan memiliki data yang terpisah dalam *band*/kanal tertentu. Pengolahan awal citra dibutuhkan untuk menganalisis citra lebih lanjut. Pengolahan awal citra Landsat mencakup koreksi geometrik dan radiometrik pada citra yang kemudian dilanjutkan dengan penajaman citra dan diakhiri dengan *cropping* citra sebelum dilakukan interpretasi tutupan lahan.

##### **1. Koreksi Geometrik dan Radiometrik**

Koreksi geometrik dilakukan dengan cara merektifikasi citra supaya memiliki koordinat yang sama seperti koordinat di bumi. Citra Landsat 5 tahun 2008 dan Landsat 8 OLI tahun 2013 dan 2018 yang diunduh melalui USGS *Earth Explorer* sudah terkoreksi geometrik dengan benar dan tidak perlu dilakukan rektifikasi ulang. Namun, diperlukan reposisi pada citra Landsat untuk menyesuaikan sistem koordinat. Koreksi radiometrik dilakukan dengan cara mengatur histogram citra secara manual untuk mendapatkan kontras yang lebih baik sehingga memudahkan proses interpretasi citra.

##### **2. Composite Bands**

*Composite band* atau penyatuan *band* dilakukan untuk menyatukan *band Red-Green-Blue* (RGB) pada citra untuk mendapatkan citra *true color* atau warna sesungguhnya pada citra untuk memudahkan proses interpretasi dan klasifikasi.

Tabel I.3 merupakan band yang diolah pada masing-masing citra Landsat 5 TM dan Landsat 8 OLI.

**TABEL I. 3**  
**COMPOSITE BANDS PADA CITRA LANDSAT 5 TM**

Citra Landsat	True Color
Landsat 5 TM	Band 3,2,1
Landsat 8 OLI	Band 4,3,2

*Sumber: diolah dari USGS, 2013*

### 3. *Penajaman Citra*

Penajaman citra dapat dilakukan pada citra Landsat 8 OLI dengan adanya band 8 *Panchromatic* yang memiliki resolusi 15 meter. Tujuan dari penajaman citra adalah mempertajam resolusi dari 30 meter menjadi 15 meter atau dapat dikatakan 1 *pixel* pada resolusi 30 meter akan menjadi 4 *pixel* pada resolusi 15 meter sehingga citra yang dihasilkan lebih tajam.

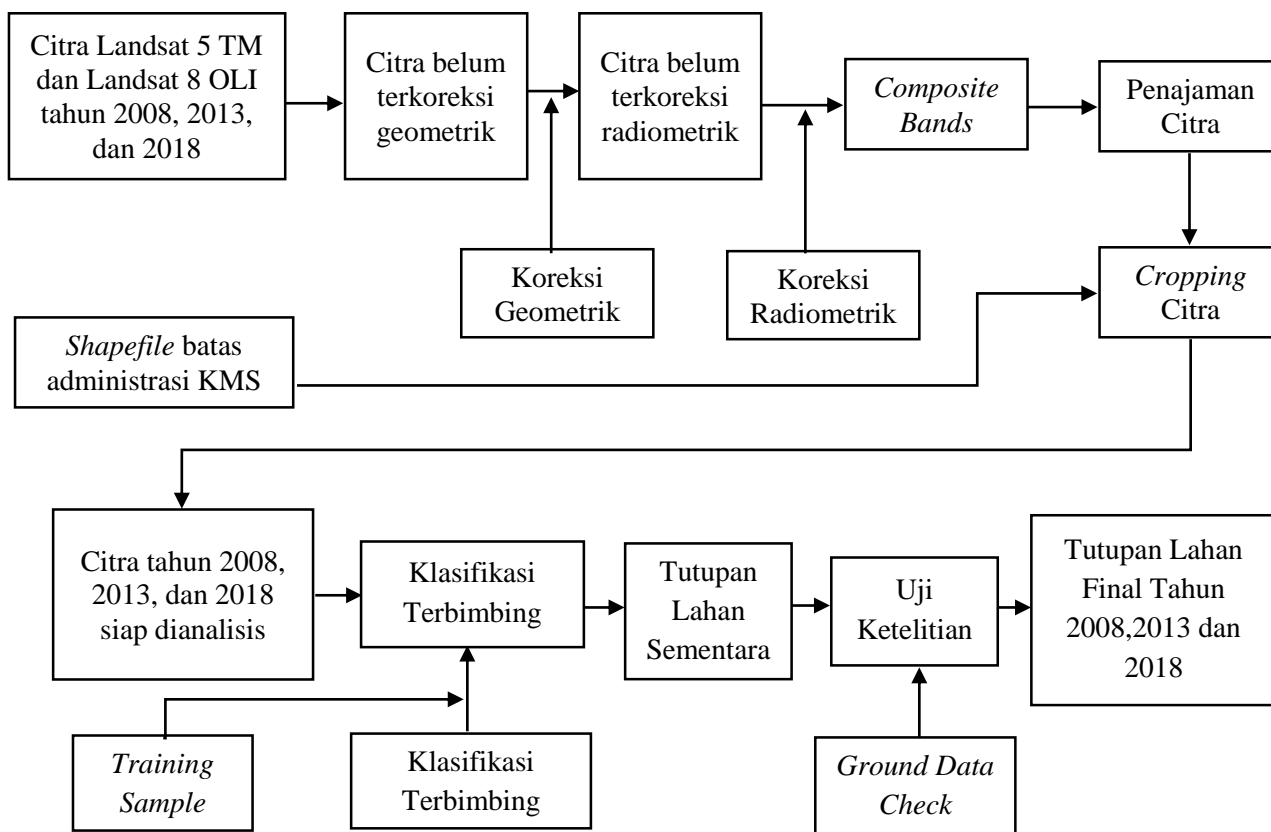
### 4. *Cropping Citra*

Cropping citra merupakan proses pemotongan citra pada koordinat tertentu dan dilakukan menggunakan batas administrasi wilayah yang ditentukan. Pemotongan citra yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan batas administrasi metropolitan Surakarta yang berbasis data vektor berupa *polygon*.

## **b. Interpretasi Tutupan Lahan dengan Algoritma SVM**

Interpretasi tutupan lahan dilakukan dengan mengacu pada pedoman penutupan lahan berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Planologi Kehutanan No. P.1/VII/IPSDH/2015 tentang Pedoman Pemantauan Penutupan Lahan. Interpretasi tutupan lahan yang dilakukan dalam mengidentifikasi tutupan lahan di metropolitan Surakarta menggunakan metode klasifikasi terbimbing dengan sumber citra penginderaan jauh, yaitu citra Landsat-5 pada tahun 2008 dan Landsat-8 OLI pada tahun 2013 dan 2018. Klasifikasi terbimbing adalah suatu alat untuk mendapatkan informasi kuantitatif dari citra penginderaan jauh dengan cara mengarahkan kriteria pengelompokan kelas berdasarkan nilai *pixel* yang didapatkan dari pembuatan area contoh (*training area*) (Richards, 2013). Algoritma yang digunakan dalam teknik klasifikasi terbimbing penelitian ini adalah algoritma *Support Vector Machines* (SVM).

Hasil klasifikasi tutupan lahan dengan metode klasifikasi terbimbing masih bersifat sementara sehingga diperlukan uji ketelitian data tutupan lahan dengan cara observasi lapangan untuk mencocokkan kondisi eksisting tutupan lahan dengan hasil interpretasi citra penginderaan jauh. Gambar 1.3 adalah bagan analisis interpretasi tutupan lahan menggunakan algoritma SVM.



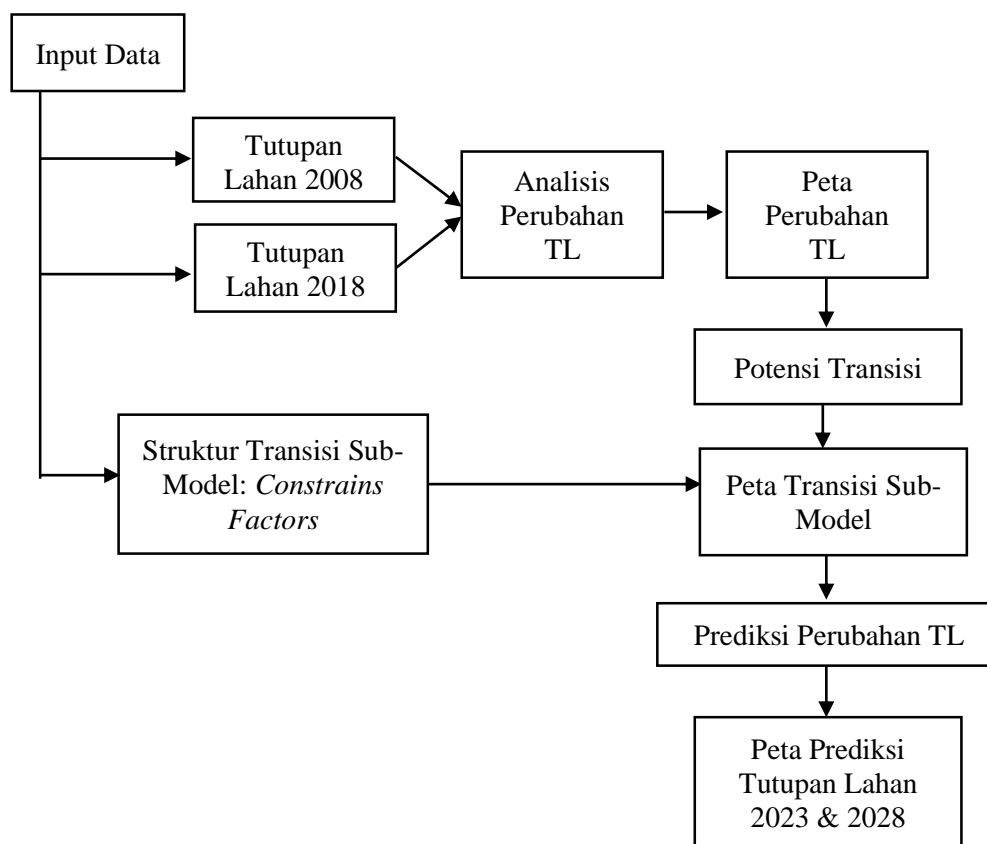
Sumber: Analisis, 2019

**Gambar 1.3 Bagan Pengolahan Awal Citra dan Analisis Interpretasi Tutupan Lahan**

### c. Prediksi *Urban Growth* dengan *Land Change Modeler (LCM)* dan *MLP-Neural Network*

Simulasi perubahan tutupan lahan di masa depan digunakan untuk membantu analisis pertumbuhan kawasan perkotaan dan pertumbuhan kawasan perifer di Kawasan Metropolitan Surakarta. *Tools* yang digunakan untuk simulasi adalah *Land Change Modeler (LCM)* yang ada pada IDRISI Selva 17. Algoritma *Machine learning* yang digunakan pada LCM adalah *Multilayer Perceptron (MLP)-Neural Network* yang termasuk ke dalam *Artificial Neural Network*. Aplikasi LCM menggunakan tutupan lahan KMS tahun 2008 dan

2018, jaringan jalan tahun 2018 dan peta ketinggian dari DEMNAS dengan resolusi 8 meter. Diagram alir LCM dijelaskan pada gambar 1.4.



Sumber: Clarke dengan modifikasi, 2019

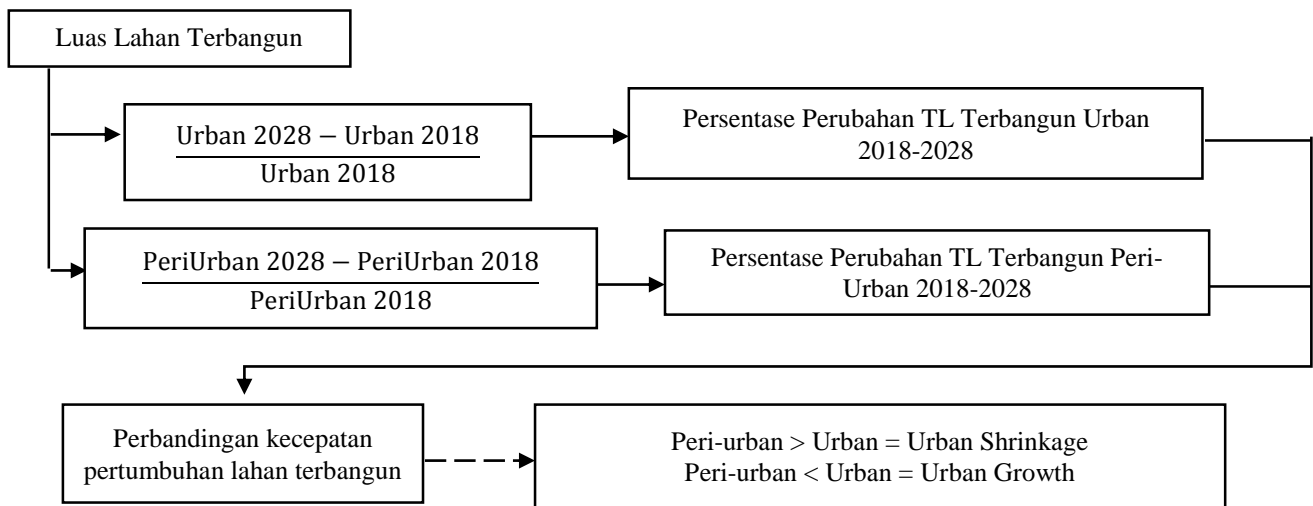
**Gambar 1.4 Diagram Alir LCM**

#### **d. Analisis Perbandingan Pertumbuhan antara Kawasan Urban dan Peri-Urban Kawasan Metropolitan Surakarta Tahun 2028**

Prediksi fenomena urban shrinkage dapat dideteksi melalui analisis spasial yang berfokus pada kecepatan perubahan tutupan lahan terbangun antara kawasan perkotaan dan kawasan perifer. Bila kecepatan pertumbuhan lahan terbangun di kawasan perifer lebih cepat daripada pertumbuhan lahan terbangun di kawasan perkotaan maka dapat diasumsikan bahwa pertumbuhan populasi di kawasan perifer lebih banyak daripada di kawasan perkotaan dan bila data spasial tersebut dibandingkan dengan data *trend* statistik populasi KMS maka dapat ditarik kesimpulan apakah di KMS akan terjadi fenomena *urban shrinkage* atau tidak. Tahapan perbandingan luasan lahan terbangun tahun 2023 dan 2028 di KMS antara kawasan urban dan peri-urban adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung luas area lahan terbangun di kawasan urban dan kawasan peri-urban KMS pada tahun 2013 dan 2018 dengan *calculate area by hectares* di IDRISI.
- b. Memotong peta prediksi tutupan lahan KMS tahun 2023 dan 2028 menjadi peta prediksi tutupan lahan di kawasan urban dan kawasan peri-urban KMS dengan *tools extract raster by mask extent* di Quantum GIS.
- c. Menghitung luas area lahan terbangun di kawasan urban dan kawasan peri-urban KMS pada tahun 2013 dan 2018 dengan *calculate area by hectares* di IDRISI.
- d. Menghitung persentase perubahan tutupan lahan terbangun di kawasan urban dan peri-urban antara tahun 2013 dan 2023 serta 2018 dan 2028 lalu membandingkan keduanya.

Diagram alir sebagai contoh analisis perbandingan dapat dilihat pada gambar 1.5.

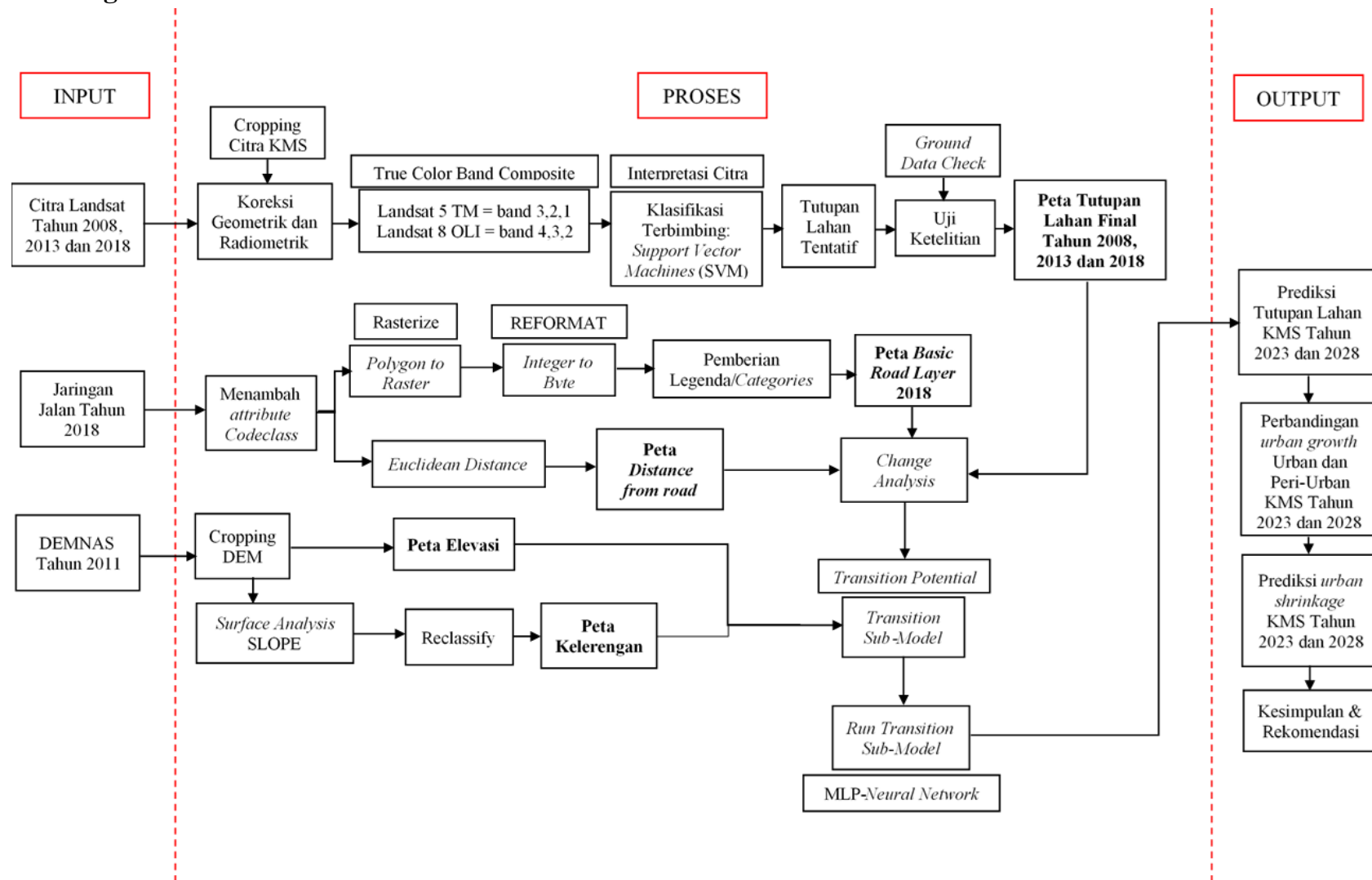


Sumber: Analisis, 2019

**Gambar 1.5 Diagram Alir Perbandingan Pertumbuhan Lahan Terbangun Kawasan Urban dan Peri-Urban KMS Tahun 2018-2028**



## 1.7 Kerangka Analisis



Sumber: Analisis, 2019

Gambar 1.6 Kerangka Analisis

## **1.8 Manfaat Penelitian**

### **1.8.1 Manfaat bagi Pemerintah Provinsi Jawa Tengah**

Hasil dan diskusi penelitian ini diharapkan menjadi bahan pertimbangan dan acuan bagi pemerintah Provinsi Jawa Tengah dan Pemerintah Daerah yang memiliki hubungan langsung dengan Kawasan Metropolitan Surakarta untuk merencanakan regulasi dan kebijakan terkait penataan ruang di masa depan. Perubahan tutupan lahan adalah salah satu aspek yang sangat penting dalam proses perencanaan. Mempertimbangkan segala kemungkinan fenomena spasial yang terjadi juga menjadi salah satu kunci penting keberhasilan perencanaan wilayah.

Kawasan Metropolitan Surakarta disinyalir akan menghadapi fenomena *urban shrinkage* di masa depan yang terlihat dari menurunnya jumlah populasi dan meningkatnya kepadatan penduduk dan persentase lahan terbangun di Kawasan peri-urban KMS. Oleh karena itu, penting bagi Pemerintah Daerah di Kawasan Metropolitan Surakarta untuk mengontrol laju pembangunan dan pembentukan pusat aktivitas baru, serta mewadahi pergeseran fungsi lahan di Kota Surakarta yang awalnya permukiman menjadi perdagangan jasa dan pusat bisnis bagi Kawasan Metropolitan Surakarta.

### **1.8.2 Manfaat bagi Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota**

Penelitian mengenai fenomena *urban shrinkage* adalah hal yang cukup baru dalam ilmu perencanaan wilayah dan kota, khususnya di Indonesia. Penelitian ini akan berkontribusi dalam memberi gambaran awal bagi akademisi tentang fenomena spasial yang mungkin akan timbul di kawasan metropolitan di Indonesia. Selain itu, penelitian ini juga berkontribusi dalam pembaharuan pengetahuan tentang penggunaan Sistem Informasi Geografis dan penginderaan jauh untuk perencanaan wilayah dan kota. Pada dasarnya, penelitian ini diharapkan menjadi tonggak awal bagi penelitian-penelitian lainnya mengenai fenomena *urban shrinkage* di Indonesia.

## **1.9 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri atas lima bab yang mencakup:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan sasaran, ruang lingkup wilayah dan ruang lingkup materi, kerangka pikir, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan. Latar belakang berisi kota-kota

metropolitan dunia masa kini yang sedang menghadapi fenomena *urban shrinkage* beserta dampaknya dan adanya indikasi terjadinya *urban shrinkage* di Indonesia. Tujuan dan sasaran berisi target-target dan batasan dalam penelitian. Ruang lingkup wilayah menjelaskan batas spasial penelitian dan ruang lingkup materi menjelaskan batasan materi yang dibahas. Kerangka pikir menjadi model alur pikiran dalam penelitian ini dan metode penelitian menjelaskan teknik dan metode yang digunakan.

## **BAB II KAJIAN LITERATUR**

Bab ini menjelaskan mengenai kajian literatur yang mendukung penelitian dan mencakup kajian mengenai pengertian *urban shrinkage*, bentuk manifestasinya di setiap negara dan kota, perencanaan spasial di Indonesia, dan penggunaan Sistem Informasi Geografis dan penginderaan jauh untuk deteksi perubahan tutupan lahan yang meliputi algoritma *Cellular Automata* dan SLEUTH.

## **BAB III PERTUMBUHAN KAWASAN METROPOLITAN SURAKARTA**

Bab ini menjelaskan mengenai gambaran umum wilayah studi yang meliputi profil kawasan Metropolitan Surakarta, kondisi fisik dan kependudukan, urbanisasi dan pertumbuhan kawasan perkotaan, serta dinamika pertumbuhan Kawasan Metropolitan Surakarta dalam konteks spasial.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan mengenai hasil penelitian berupa prediksi *urban shrinkage* pada Kawasan Metropolitan Surakarta tahun 2028 melalui indikasi pertumbuhan kawasan di area urban dan peri-urban dengan menggunakan *tools* Sistem Informasi Geografis dan penginderaan jauh.

## **BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dari hasil penelitian dan rekomendasi terhadap penelitian lanjutan dan terhadap pemerintah daerah terkait serta akademisi.