

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Isu global yang masih menjadi permasalahan di berbagai belahan dunia saat ini adalah terkait urbanisasi dan perubahan iklim, yang pada akhirnya berpengaruh pada keberlanjutan pembangunan suatu kawasan perkotaan. Pada tahun 2000-2014 terjadi penambahan luasan kawasan perkotaan di dunia dengan pertumbuhan 1,28 kali lebih cepat dibanding pertumbuhan populasi di dunia saat itu (UN Economic and Social Council, 2019). Pada proses perkembangan kota tersebut, tentunya banyak lahan yang beralih fungsi menjadi kawasan terbangun, seperti tutupan lahan hutan dan pertanian. Permasalahan yang terjadi adalah adanya pertumbuhan kota yang tidak teratur (dalam konteks spasial), sehingga mampu mempercepat fenomena perubahan iklim di bumi.

Keberlanjutan pembangunan suatu wilayah dapat dilihat dari pertumbuhan spasial kawasan yang meliputi perubahan struktur fisik dan aktivitas manusia di dalamnya. Pertumbuhan fisik kawasan perkotaan meliputi ekspansi kawasan terbangun, dimana perubahan tutupan lahan perkotaan cenderung lebih cepat dibandingkan non-perkotaan karena adanya urbanisasi secara terus-menerus (Zha et al., 2003). Dampak lingkungan dari adanya perubahan tutupan lahan yang cepat dan tidak terkendali adalah terjadinya ketidakseimbangan lingkungan (Pan et al., 2017). Hal tersebut juga berdampak pada tingkat dispersi kota yang merupakan elemen penting dalam mencapai pembangunan kota berkelanjutan (Adjei Mensah et al., 2019; Parvinnezhad et al., 2019).

Pertumbuhan spasial kawasan perkotaan terjadi di berbagai belahan dunia, termasuk di Asia. Salah satu contoh fenomena pertumbuhan kawasan perkotaan di Asia terjadi pada kawasan metropolitan bagian tengah Sungai Yangtze di China. Dalam kurun waktu sepuluh tahun (2000-2010), terjadi penambahan luas lahan terbangun sebesar 2,5 kali lipat dari kondisi semula, dengan pertumbuhan penduduk sebesar 1,48 (Xie et al., 2018). Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pertumbuhan kota berbanding lurus terhadap degradasi lingkungan, terutama pada

tutupan lahan hutan (A W Sejati et al., 2018b). Degradasi lingkungan akibat adanya pertumbuhan kawasan terbangun dapat berupa hilangnya kesuburan tanah, polusi udara dan air, hingga kerusakan keanekaragaman hayati (Xia et al., 2019). Apabila hal tersebut terjadi secara besar-besaran dan terus-menerus, akan menimbulkan permasalahan global seperti perubahan iklim atau pemanasan global.

Kota Semarang menjadi salah satu kawasan metropolitan terbesar di Indonesia. Dalam kurun waktu 15 tahun terakhir (2000-2015), terjadi penambahan luas lahan terbangun sebesar 125%, yang didominasi oleh adanya pengurangan tutupan lahan hutan (A W Sejati et al., 2018b). Sementara itu, berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ekspansi kawasan terbangun terjadi lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan penduduk di kawasan perkotaan (A W Sejati et al., 2018b; Xia et al., 2019; Xie et al., 2018). Hal tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan Kawasan Metropolitan Semarang akan terus mengancam keberlanjutan lingkungan tanpa adanya perencanaan dan pengendalian yang matang. Oleh karena itu, perlu adanya perhatian khusus terkait pemantauan arah perubahan tutupan lahan di Kota Semarang beserta kawasan *hinterland*-nya, sehingga perkembangan kota dapat lebih terarah dan terkendali.

Selain dinamika pertumbuhan kawasan terbangun, proses bagaimana masing-masing tutupan lahan tersebut berubah menjadi komponen tutupan lahan lain juga penting untuk diperhatikan. Dalam kurun waktu tertentu, perubahan tutupan lahan yang terjadi memungkinkan berbagai macam perubahan. Sebagai contoh, tutupan lahan hutan dapat berubah menjadi tutupan lahan pertanian, lahan kosong, atau mungkin langsung dijadikan kawasan permukiman baru. Dengan adanya berbagai macam perubahan tersebut, tentunya intensitas aktivitas yang ditimbulkan juga akan berbeda, sehingga diperlukan adanya penelitian apakah daerah dengan perubahan tutupan lahan yang lebih heterogen mengindikasikan perkembangan kota yang cenderung lebih cepat pula ataukah sebaliknya.

1.2 Rumusan Masalah

Pembangunan wilayah setiap daerah memiliki kebutuhan dan prioritas pembangunan yang berbeda-beda. Bahkan, setiap daerah yang sama juga memiliki *trend* pembangunan yang variatif di setiap tahunnya. Misalnya, pada tahun 1989-

2001, penurunan tutupan lahan yang paling signifikan di Kawasan Metropolitan Benin (Nigeria) adalah tutupan lahan pertanian (12,7%), sementara pada periode tahun berikutnya (2001-2013), tutupan lahan hutan memiliki prosentase penurunan luas lahan sebesar 68% (Nkeki, 2016). Hal tersebut menunjukkan sebuah proses, dimana sangat penting untuk diteliti, tidak hanya melihat pola tutupan lahan pada tahun tertentu, namun juga bagaimana kecenderungan sebuah tutupan lahan berubah menjadi berbagai macam tutupan lahan lainnya.

Memahami hubungan antara bentuk perubahan tutupan lahan yang kompleks (dalam kaitannya terhadap percepatan perkembangan kota beserta dampaknya terhadap lingkungan), merupakan salah satu kunci dalam melakukan pemantauan arah perkembangan kota. Dalam hal ini, penginderaan jauh termasuk metrik spasial dapat digunakan untuk melihat kecenderungan perkembangan kota baik secara statistik atau pun spasial, termasuk implikasi spasial dari proses ekologis yang terjadi di dalamnya (Kpienbaareh & Luginaah, 2019; Reis et al., 2016; Van Eck & Koomen, 2008). Berbagai penelitian yang dilakukan, mampu menunjukkan bagaimana penggunaan data penginderaan jauh beserta metode *spatial metrics* menggunakan GIS, mampu membatu mengkuantifikasikan informasi spasial secara efektif dan efisien (Cegielska et al., 2019; Ghazaie et al., 2019; Parvinnezhad et al., 2019; Schippers et al., 2015; Vranken et al., 2015).

Algoritma *machine learning*, khususnya *Support Vector Machine* (SVM) telah menjadi salah satu algoritma paling akurat untuk klasifikasi data penginderaan jauh seperti citra satelit (Lu & Weng, 2007; Nair & Bindhu, 2016). Bekkari et al. (2014) menambahkan bahwa SVM dapat memproses data berdimensi tinggi secara efisien dengan bantuan jenis kernel yang berbeda. Dalam hal ini, masing-masing kernel pada SVM tentunya memiliki karakteristik/pendekatan yang berbeda dalam menghasilkan output pengolahan data penginderaan jauh. Namun, pada dasarnya pendekatan-pendekatan tersebut memiliki prinsip mengurangi batas-batas non-linear dengan cara memisahkan citra satelit menjadi linier dan menggunakan algoritma klasifikasi untuk mengklasifikasikan piksel pada citra (More et al., 2020). Dalam hal ini, hal penting yang menjadi salah satu pertimbangan dari penggunaan metode/pendekatan tersebut adalah terkait seberapa akurat model yang nantinya akan dihasilkan.

Tanpa adanya informasi spasial terkait kecenderungan perubahan (tutupan lahan) yang akurat, maka kebijakan pembatasan pemanfaatan ruang tidak akan cukup untuk menjamin keberlanjutan lingkungan suatu kawasan. Kemudian, tanpa mengetahui kecenderungan perubahan yang terjadi, dengan berbagai kemungkinan (perubahan) yang ada, akan sulit untuk menentukan kebijakan yang tepat terkait pemanfaatan lahan di masa depan. Padahal, melihat kecenderungan yang terjadi di berbagai kawasan perkotaan di Indonesia, sebagian besar kawasan perkotaan cenderung berkembang secara tidak berkelanjutan, seperti adanya fenomena urban sprawl karena perkembangan kota yang terdispersi secara spasial (Hadi & Sdharto, 2009; A W Sejati et al., 2018a; Setyono et al., 2016). Dalam hal ini, diperlukan analisis yang mampu memodelkan pola dispersi spasial perubahan tutupan lahan dan mampu memberikan informasi bagaimana dinamika suatu kawasan terjadi. Dinamika pertumbuhan kawasan meliputi percepatan pertumbuhan lahan terbangun dan dampaknya terhadap perubahan kualitas lingkungan di Kawasan Metropolitan Semarang. Berdasarkan permasalahan tersebut, dirumuskan pertanyaan penelitian “Bagaimana Pola Dispersi Spasial Pembangunan Kawasan Metropolitan Semarang?”.

1.3 Tujuan dan Sasaran Penelitian

1.3.1 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan pemodelan pola dispersi spasial pembangunan Kawasan Metropolitan Semarang (KMS) tahun 2010-2020.

1.3.2 Sasaran

Adapun sasaran penelitian yang dirumuskan untuk mencapai tujuan penelitian tersebut, antara lain sebagai berikut:

- 1) Mendeteksi tutupan lahan KMS pada tahun 2010, 2015, dan 2020;
- 2) Melakukan analisis perubahan tutupan lahan KMS pada tahun 2010-2015 dan tahun 2015-2020;

- 3) Melakukan perhitungan diversitas perubahan tutupan lahan KMS pada tahun 2010-2015 dan tahun 2015-2020;
- 4) Melakukan analisis hubungan tingkat diversitas perubahan tutupan lahan terhadap perkembangan kota dalam kurun waktu tahun 2010-2015 dan tahun 2015-2020;
- 5) Merumuskan kesimpulan dan rekomendasi

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak yang telah membaca, sesuai dengan kebutuhan dan hasil penelitian ini diantaranya yaitu:

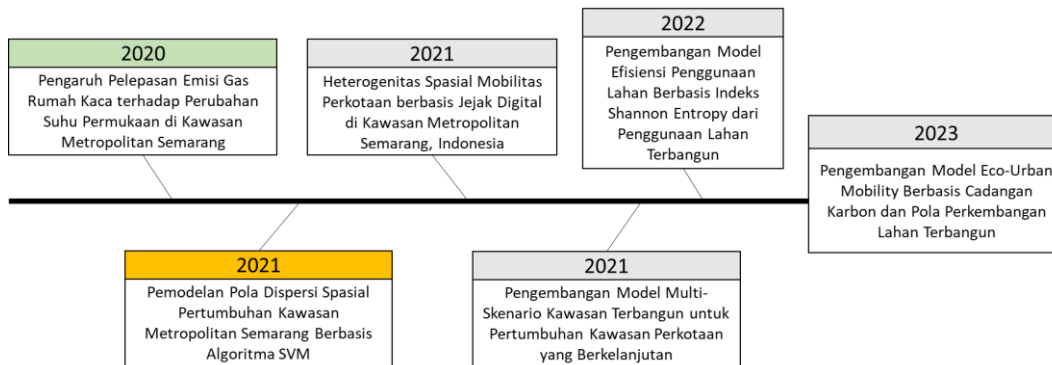
- 1) Manfaat bagi Pemerintah KMS, penelitian ini dapat menjadi referensi dalam melakukan pemantauan arah dan perkembangan KMS. Selain itu penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan pemerintah dalam merumuskan kebijakan di masa depan, untuk menciptakan pembangunan kawasan perkotaan yang berkelanjutan.
- 2) Manfaat bagi akademisi, penelitian ini dapat menjadi referensi dan rujukan dalam penelitian selanjutnya dengan menggunakan tools yang berbeda maupun sebagai pembanding studi kasus di kawasan perkotaan lainnya yang pada akhirnya mampu menyempurnakan kekurangan yang ada dalam penelitian ini.
- 3) Manfaat bagi masyarakat khususnya yang bermukim di KMS yaitu dapat mengetahui kondisi fisik, sosial dan ekonomi serta kebijakan KMS yang beraku saat ini, sehingga masyarakat mampu turut serta mendukung pemerintah dalam menciptakan pembangunan KMS yang berkelanjutan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

1.5.1 Road Map Penelitian

Penelitian ini merupakan bagian dari tema besar penelitian dalam skema PMDSU yang bertemakan *Urban Development*, dimana penelitian ini bermuara pada topik penelitian terkait “Pengembangan model *Eco-Urban Mobility* Berbasis Cadangan Karbon dan Pola Perkembangan Lahan Terbangun” (Gambar 1.1). Posisi penelitian dalam *road map* penelitian adalah sebagai langkah awal untuk

mengeksplorasi pola perubahan spasial di KMS dan keterkaitannya terhadap fenomena perkotaan seperti urbanisasi serta keberadaan fenomena *urban sprawl* yang berdampak pada keberlanjutan pembangunan KMS.



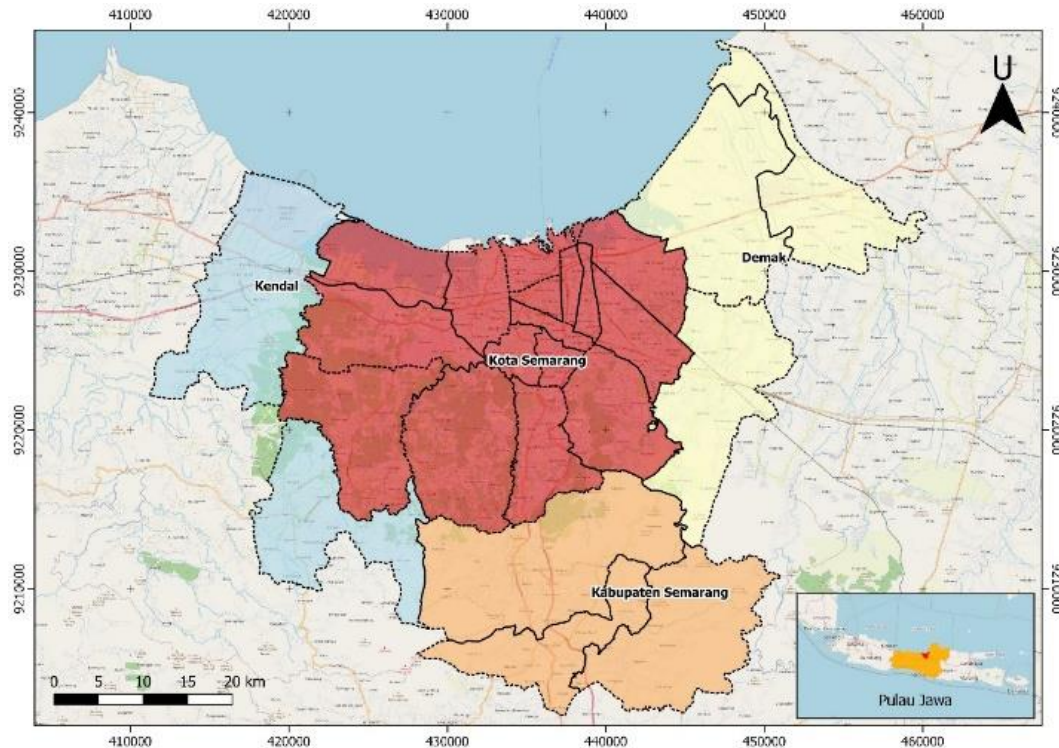
Sumber: Penulis (2020)

GAMBAR 1. 1
Road Map Penelitian

1.5.2 Ruang Lingkup Wilayah

Wilayah penelitian ini meliputi KMS, yang terdiri atas Kota Semarang dan beberapa kecamatan di sekitarnya. Kecamatan-kecamatan tersebut meliputi Kecamatan Kaliwungu, Kecamatan Boja, Kecamatan Ungaran Barat, Kecamatan Ungaran Timur, Kecamatan Bregas, Kecamatan Pringapus, Kecamatan Mranggen, Kecamatan Sayung, dan Kecamatan Karang Tengah. KMS memiliki luas sebesar 990,42 Km² dengan jumlah penduduk sebesar 2.608.746 jiwa. Sedikit berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya (Handayani & Rudiarto, 2014; A W Sejati et al., 2018b), dalam penelitian ini memasukkan Kecamatan Karang Tengah sebagai area studi karena dilihat dari perkembangannya yang signifikan di beberapa tahun terakhir. Dalam hal ini, Kecamatan Karang Tengah telah mengalami peningkatan lahan terbangun yang lebih besar dibandingkan dengan peningkatan jumlah penduduknya (Mujiandari, 2014).

Konsentrasi penduduk pada lokasi penelitian terpusat di Kota Semarang dan beberapa titik lokasi tertentu di kawasan peri-urban yang berpotensi untuk terus berkembang. KMS memiliki lokasi yang strategis dengan tingkat aksesibilitas yang cukup tinggi. Hal tersebut menjadi salah satu pemicu pesatnya pertumbuhan KMS dan menjadikannya sebagai salah satu kawasan metropolitan terbesar di Indonesia.



Sumber: Penulis (2020)

GAMBAR 1.2
KMS

1.5.3 Ruang Lingkup Substansi

Ruang lingkup substansi pada penelitian ini terdiri atas dua substansi utama, yang meliputi penilaian akurasi kernel pada algoritma SVM dan pemodelan pola dispersi spasial KMS tahun 2010-2020.

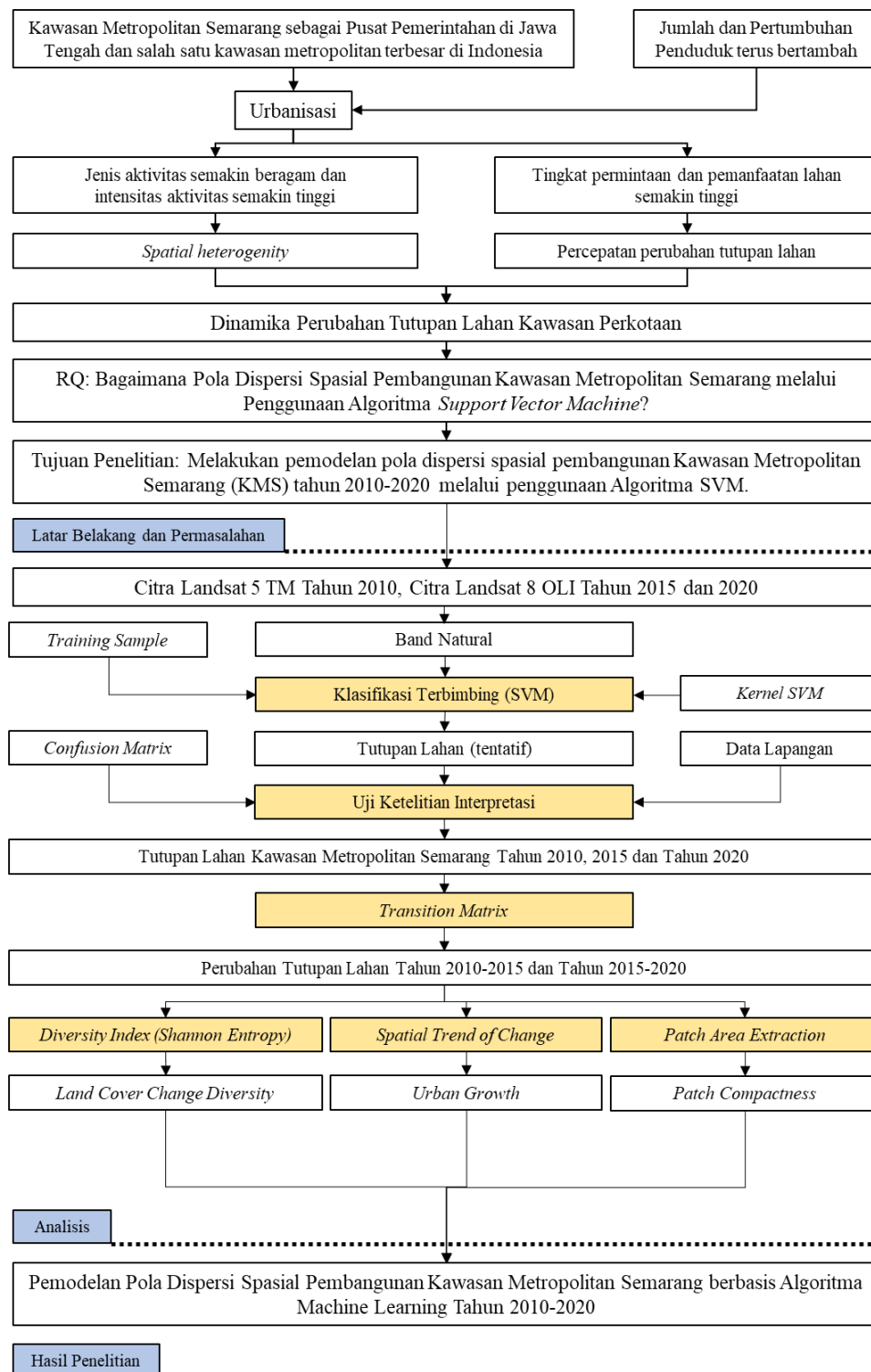
a. Akurasi Algoritma SVM

Penilaian akurasi dilakukan pada hasil klasifikasi citra satelit yang diperoleh berdasarkan penggunaan empat jenis kernel pada Algoritma SVM yang berbeda. Kernel yang digunakan meliputi kernel linear, polynomial, quadratic, dan radial basis function (RBF).

b. Pemodelan Pola Dispersi Spasial KMS

Dispersi spasial kawasan perkotaan diperoleh melalui perhitungan Indeks *Shannon's Entropy* berdasarkan hasil penilaian akurasi yang telah dilakukan sebelumnya. Selain itu, untuk melihat dinamika spasial yang terjadi, dalam hal ini juga dilakukan ekstraksi lahan terbangun dan analisis kecenderungan arah perkembangan kawasan perkotaan.

1.6 Kerangka Pemikiran



Sumber: Penulis (2020)

GAMBAR 1.3
Kerangka Pemikiran

1.7 Metodologi Penelitian

1.7.1 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan semua metode yang digunakan peneliti untuk melakukan dan mempelajari masalah penelitiannya (Kothari, 2004). Menurut Sugiyono (2015), terdapat beberapa jenis metode penelitian yang meliputi penelitian kuantitatif dan penelitian kualitatif. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian yang dilakukan dengan menggunakan data yang berbentuk angka, sementara itu pada metode penelitian kualitatif menggunakan data dalam bentuk kata, skema, atau pun gambar (Sugiyono, 2015).

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan bantuan *software* QGIS untuk melakukan perhitungan terkait perubahan tutupan lahan, indeks lahan terbangun, indeks perubahan tutupan lahan, atau pun indeks *diversitas*. Perhitungan perubahan tutupan lahan dilakukan melalui metode *change analysis* dengan menggunakan data *time series* dengan jangka waktu tertentu. Tutupan lahan itu sendiri diperoleh dengan menggunakan algoritma *machine learning*. Perubahan tutupan lahan yang diperoleh kemudian dijadikan dasar dalam perhitungan indeks *diversitas* perubahan tutupan lahan. Perhitungan indeks *diversitas* dilakukan melalui kalkulasi data spasial berbasis vektor. Oleh karena itu, metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif eksperimental menggunakan bantuan *software*.

1.7.2 Data Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam penelitian meliputi data primer dan data sekunder. Data primer digunakan sebagai acuan dalam melakukan validasi data dari data sekunder yang diperoleh, dimana dalam hal ini data sekunder digunakan sebagai bahan dasar dalam melakukan analisis. Berikut merupakan kebutuhan data dalam penelitian ini.

TABEL I. 1
Data Penelitian

No	Tujuan	Data yang Dibutuhkan	Data yang Digunakan	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber
1	Mengetahui kondisi geografis KMS (KMS)	Peta Administrasi Kota Semarang, Kec. Kaliwungu, Kec. Boja, Kec. Ungaran Barat, Kec. Ungaran Timur, Kec. Bregas, Kec. Pringapus, Kec. Mranggen, Kec. Sayung, dan Kec. Karang Tengah.	Shapefile Peta Dasar KMS	Sekunder	Shapefile	BAPPEDA Kota Semarang, Kab. Kendal, Kab. Demak, dan Kab. Semarang.
2	Mengetahui kondisi fisik KMS	Peta Kelerengan, Jenis Tanah, dan Curah Hujan	Shapefile Kelerengan, Jenis Tanah, dan Curah Hujan KMS	Sekunder	Shapefile	BAPPEDA Kota Semarang, Kab. Kendal, Kab. Demak, dan Kab. Semarang.
3	Mengetahui perubahan tutupan lahan KMS	Citra Landsat KMS Tahun 2010, 2015 dan Tahun 2020	Citra Landsat 5 TM Band 3-2-1 dan Citra Landsat 8 OLI Band 4-3-2 (Path 120 Row 65)	Sekunder	GeoTIFF	USGS
4	Mengetahui bentuk lahan dan arah penyinaran KMS	Data DEM KMS	SRTM 1 Arc-Second Global	Sekunder	GeoTIFF	USGS
6	Mengetahui statistik perubahan tutupan lahan Kota Semarang	Kota Semarang Dalam Angka Tahun 2010-2020	Luas Penggunaan Lahan Berdasar Jenisnya Tahun 2010-2020	Sekunder	Angka	BPS Kota Semarang, Kab. Kendal, Kab. Demak, dan Kab. Semarang.
7	Mengetahui perkembangan jumlah penduduk KMS	Kota Semarang Dalam Angka Tahun 2010-2020	Jumlah Penduduk KMS Tahun 2010-2020	Sekunder	Angka	BPS Kota Semarang, Kab. Kendal, Kab. Demak, dan Kab. Semarang.
8	Mengetahui tingkat kepadatan penduduk KMS	Kota Semarang Dalam Angka Tahun 2010-2020	Kepadatan penduduk KMS Tahun 2010-2020	Sekunder	Angka	BPS Kota Semarang, Kab. Kendal, Kab. Demak, dan Kab. Semarang.
9	Mengetahui kebijakan tata ruang KMS	Perda RTRW Kota Semarang, Kab. Semarang, Kab. Kendal, dan Kab. Demak Tahun 2011-2031	Arahan Kebijakan Pemanfaatan Ruang Kota Semarang, Kab. Kendal, Kab. Demak, dan Kab. Semarang Tahun 2011-2031	Sekunder	Deskripsi	BAPPEDA Kota Semarang, Kab. Kendal, Kab. Demak, dan Kab. Semarang.
10	Mengetahui tutupan lahan KMS Tahun 2020	Kondisi Lapangan Tutupan Lahan KMS Tahun 2020	Informasi Tutupan KMS Tahun 2020	Primer	Foto & Deskripsi	Survey Lapangan (Observasi)
11	Mengetahui tutupan lahan KMS Tahun 2010	Kondisi Lapangan Tutupan Lahan KMS Tahun 2010	Informasi Tutupan KMS Tahun 2010	Primer	Foto & Deskripsi	Survey Lapangan (Observasi)

Sumber: Penulis (2021)

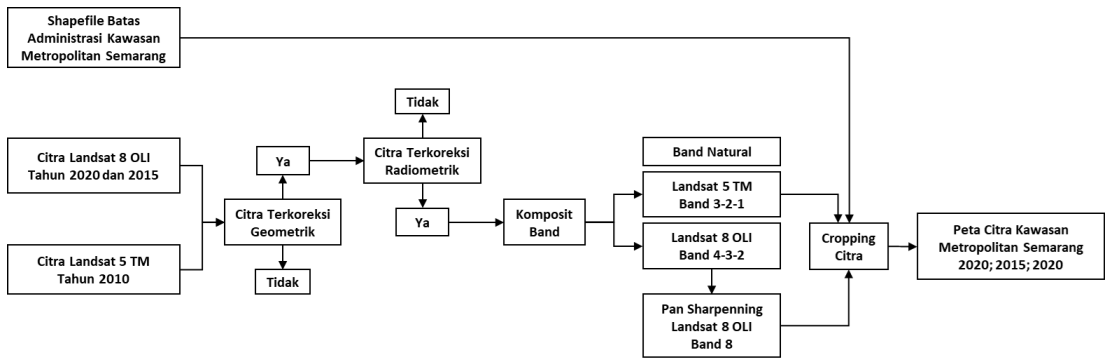
1.7.3 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi data pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder. Pengumpulan data sekunder dilakukan sebelum pengumpulan data primer, karena data sekunder digunakan sebagai acuan dalam perolehan data primer nantinya. Data sekunder merupakan data yang diperoleh orang lain dan telah melalui proses statistik (Kothari, 2004). Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui telaah dokumen dan penggunaan data citra atau pun data shapefile untuk diolah dan dilakukan analisis yang kemudian divalidasi oleh data primer. Dalam hal ini, untuk data citra diperoleh secara online melalui USGS dengan batasan lingkup *path* 120 dan *row* 65 yang kemudian disesuaikan dengan batasan ruang lingkup wilayah studi melalui pengolahan data citra. Sementara itu, data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dan merupakan perolehan pertama kali dimana data masih bersifat asli dan belum diolah (Kothari, 2004). Pengumpulan data primer dilakukan melalui observasi lapangan setelah dilakukan pengolahan data sekunder yang bertujuan sebagai alat validasi data sekunder yang digunakan. Selain itu, pengumpulan data primer juga dilakukan melalui wawancara, dimana data tersebut diperlukan untuk melakukan validasi lapangan terkait tutupan lahan di masa lampau.

1.7.4 Teknik Analisis Data

1.7.4.1 Pengolahan Awal Citra

Pengolahan awal citra meliputi koreksi radiometrik, koreksi geometrik, penajaman, dan *cropping* citra. Data citra yang digunakan meliputi Citra Landsat KMS Tahun 2010, 2015, dan 2020. Pengolahan data citra dilakukan dengan menggunakan software QGIS 3.10. Penajaman citra dilakukan pada Landsat 8 OLI untuk mempertajam resolusi dari 30 meter menjadi 15 meter.

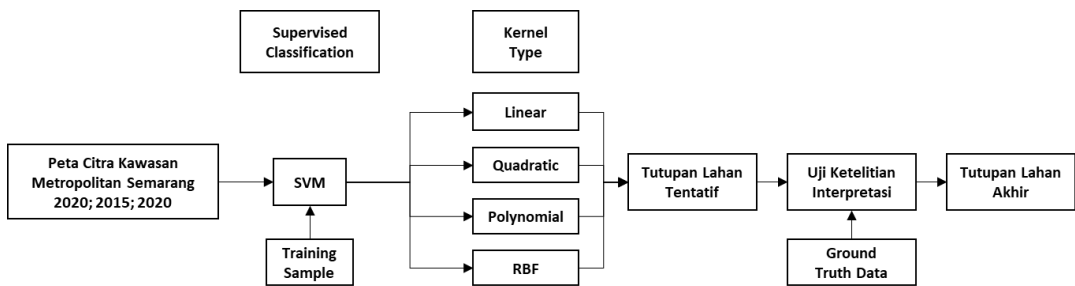


Sumber: Penulis (2021)

GAMBAR 1.4
Pengolahan Awal Citra

1.7.4.2 Analisis Perubahan Tutupan Lahan menggunakan Machine Learning
(Support Vector Machine)

Support Vector Machine (SVM) merupakan metode berbasis teori pembelajaran statistik yang berfungsi untuk menentukan batasan lokasi dengan melakukan pemisahan secara optimal dari sebuah kelas tertentu (Vladimir N. Vapnik (auth.), 1995). Metode ini digunakan dalam melakukan klasifikasi citra untuk mengetahui pola dan perubahan tutupan lahan di KMS. Dalam melakukan klasifikasi tutupan lahan menggunakan algoritma SVM, diperlukan data *training sample* sebagai acuan dalam pendugaan tutupan lahan. Dalam hal ini, terdapat empat jenis kernel, yaitu linear, quadratic, polynomial, dan RBF, dimana di antara keempat jenis kernel tersebut, RBF pada umumnya mampu menghasilkan model dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi (Savas & Dovis, 2019). Kemudian, setelah diperoleh hasil klasifikasi tutupan lahan, maka dilakukan uji ketelitian interpretasi untuk mendapatkan hasil tutupan lahan akhir.

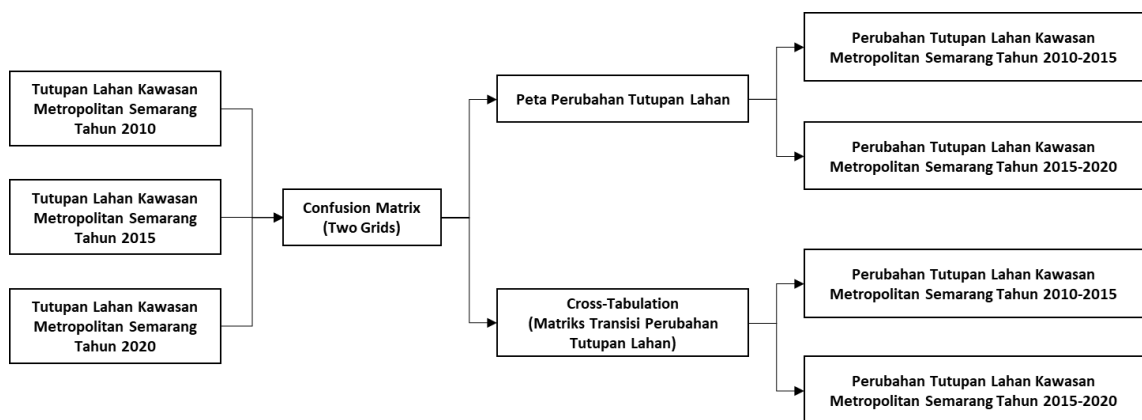


Sumber: Penulis (2021)

GAMBAR 1.5
Supervised Classification

1.7.4.3 Analisis Perubahan Tutupan Lahan

Setelah diperoleh peta tutupan lahan akhir, maka dilakukan analisis menggunakan *confusion matrix* untuk mengetahui perubahan tutupan lahan baik secara spasial maupun statistik. Perubahan tutupan lahan secara spasial dihasilkan dalam bentuk peta perubahan tutupan lahan KMS tahun 2010-2015 dan tahun 2015-2020. Sementara itu, secara statistik, perubahan tutupan lahan dapat dilihat berdasarkan matriks transisi perubahan tutupan lahan yang dihasilkan dalam bentuk *cross-tabulation*. Dalam hal ini, hasil analisis perubahan tutupan lahan dapat digunakan untuk melakukan pendugaan pola dispersi spasial yang terjadi beserta dinamika perubahan pada masing-masing komponen tutupan lahan secara statistik.

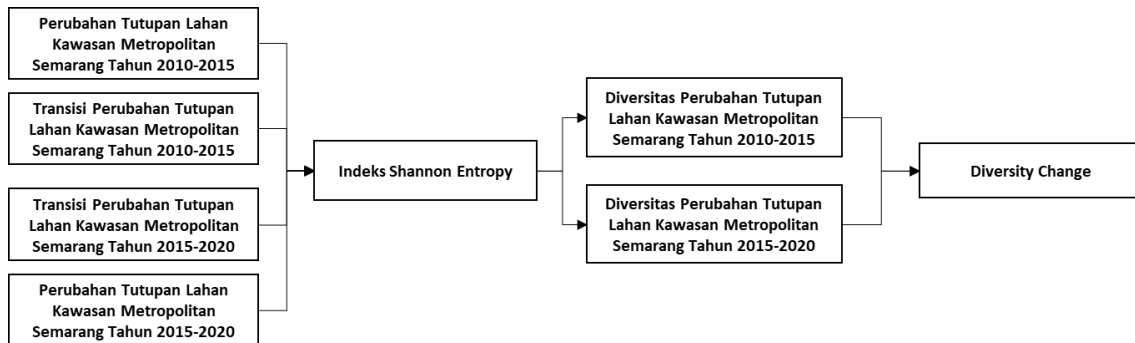


Sumber: Penulis (2021)

GAMBAR 1. 6
Analisis Perubahan Tutupan Lahan

1.7.4.4 Analisis Indeks Diversitas Perubahan Tutupan Lahan

Indeks *Shannon Entropy* pada dasarnya merupakan metode untuk mengukur tingkat keragaman suatu spesies dalam suatu wilayah tertentu. Keragaman suatu spesies tersebut dapat dianalisis melalui data-data spasial seperti data penginderaan jauh. Tidak jauh berbeda dengan konsep tersebut, pola perubahan tutupan lahan juga dapat digunakan untuk mengukur apakah suatu kota berkembang secara kompak atau tersebar. Dalam hal ini, diversitas perubahan tutupan lahan dilakukan penilaian secara keseluruhan, baik perubahan pada tahun 2010-2015 maupun tahun 2015-2020. Berikut merupakan tahapan dalam melakukan pengukuran pola perubahan spasial menggunakan Indeks *Shannon Entropy*.

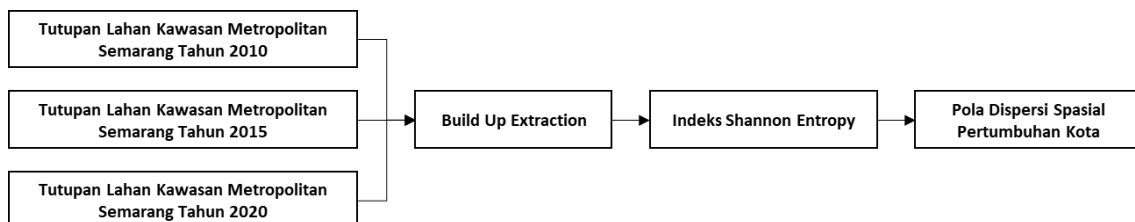


Sumber: Penulis (2021)

GAMBAR 1.7
Indeks Diversitas Perubahan Tutupan Lahan

1.7.4.5 Analisis Pola Dispersi Pertumbuhan KMS 2010-2020

Apabila tingkat diversitas menghitung keragaman perubahan pada keseluruhan jenis tutupan lahan yang terjadi, maka pada analisis ini hanya fokus pada pertumbuhan kawasan terbangunnya saja. Oleh karena itu, masing-masing hasil klasifikasi tutupan lahan dilakukan ekstraksi kawasan terbangun, kemudian dilakukan perhitungan dengan Indeks Shannon Entropy untuk mengukur tingkat dispersi spasial yang terjadi.

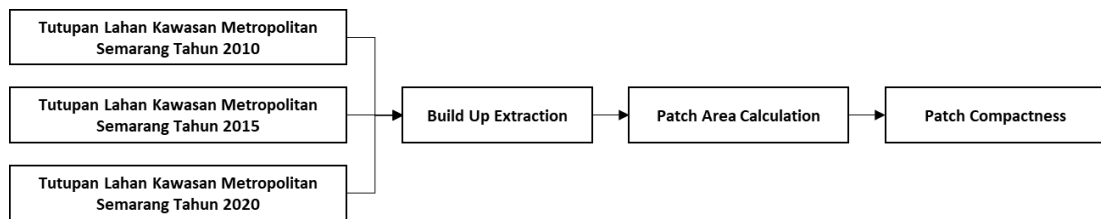


Sumber: Penulis (2021)

GAMBAR 1.8
Pola Dispersi Pertumbuhan KMS

1.7.4.6 Analisis Tingkat Kekompakan Lahan Terbangun KMS 2010-2020

Sementara itu, untuk melihat pola perkembangan lahan terbangun di KMS, dilakukan analisis *patch compactness* pada kawasan terbangun. Melalui analisis ini dapat diperoleh seberapa besar luas lahan terbangun yang berkembang dan menyatu dengan kawasan pusat kota, serta mampu mendeteksi bagian/area mana yang memiliki pola perkembangan yang terpisah/terdispersi dari pusat kota.



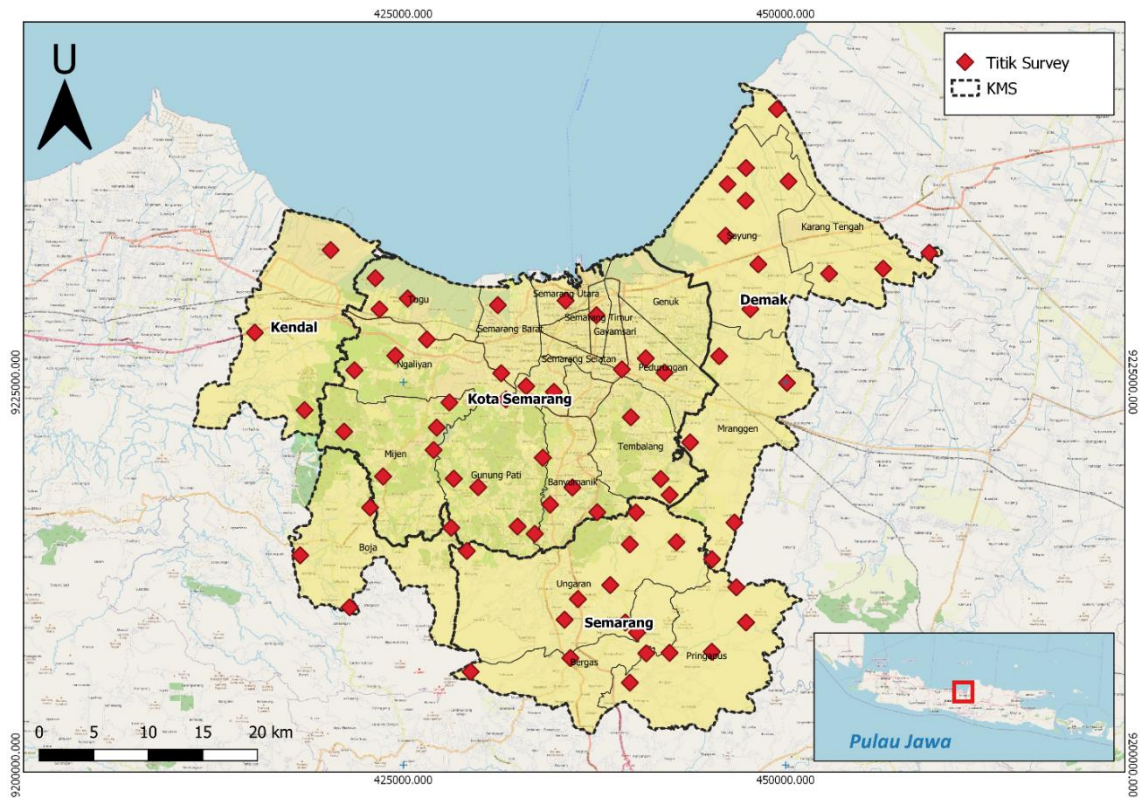
Sumber: Penulis (2021)

GAMBAR 1. 9
Patch Compactness

1.7.5 Teknik Sampling

Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah *stratified random sampling*. *Stratified random sampling* merupakan kombinasi antara *simple random sampling* dengan *stratified sampling*. Menurut Thompson (2012) *simple random sampling* merupakan teknik sampling dengan menentukan sampel secara acak untuk setiap kelas dengan asumsi bahwa terdapat kesamaan karakteristik dalam populasi. Sementara itu, *stratified sampling* merupakan teknik sampling dimana sampel diambil berdasarkan kelas tertentu. Oleh karena itu, pada teknik sampling yang digunakan, sampel dipilih secara acak untuk setiap kelas atau kategori.

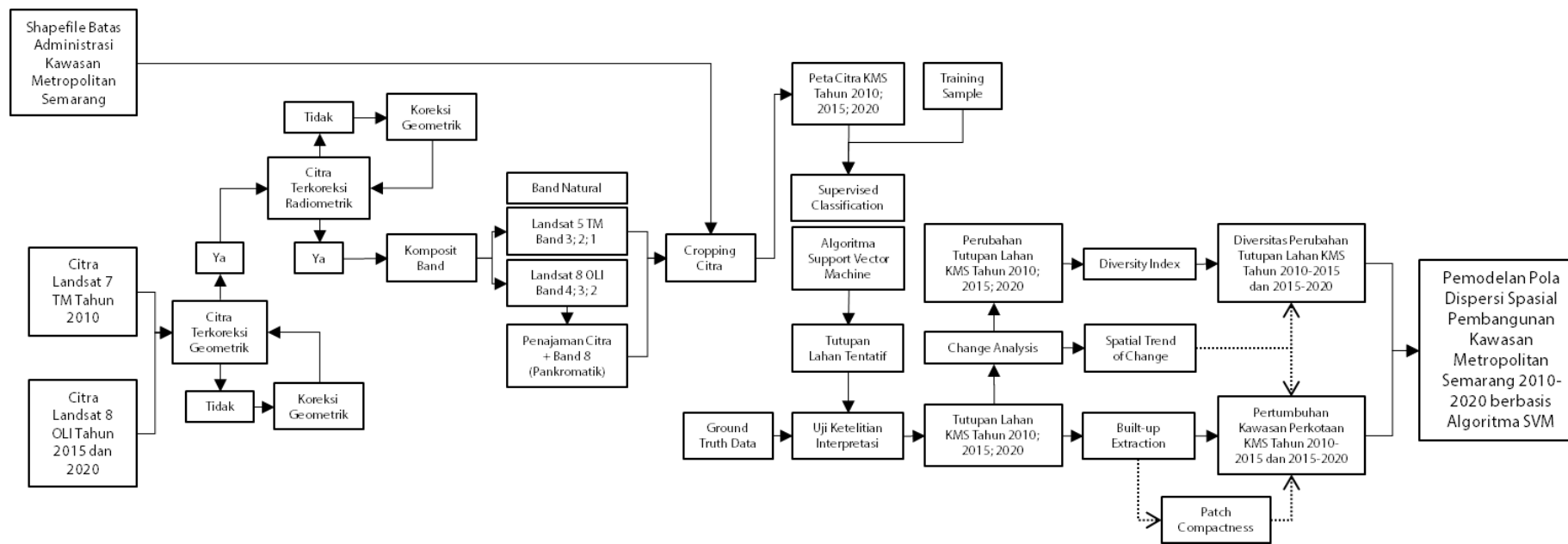
Dalam melakukan penilaian akurasi deteksi perkembangan kota mealui *stratified random sampling*, maka akan ditentukan kelas berdasarkan kesamaan karakteristik dalam populasi. Dalam hal ini, terdapat dua kelas utama yaitu kawasan perkotaan (terbangun) dan kawasan non terbangun. Kemudian, dari setiap kelas ditentukan sampel secara acak yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam penilaian akurasi pendugaan lahan terbangun di Kota Semarang.



Sumber: Penulis (2021)

GAMBAR 1. 10
Titik Lokasi Survey

1.7.6 Kerangka Analisis



Sumber: Hasil Analisis (2021)

Gambar 1. 11
Kerangka Analisis

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal ini terdiri atas lima bab yang mencakup:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan sasaran, ruang lingkup penelitian, kerangka pikir, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai kajian literatur yang mendukung penelitian dan mencakup kajian mengenai dinamika spasial KMS, analisis spasial dan perkembangannya di Indonesia, penginderaan jauh untuk analisis spasial, algoritma *machine learning*, hingga tingkat perubahan spasial melalui penggunaan indeks *Shannon Entropy*.

BAB III PROFIL KAWASAN METROPOLITAN SEMARANG

Bab ini menjelaskan mengenai gambaran umum wilayah studi yang meliputi statistik perkembangan KMS, pertumbuhan penduduk, karakteristik fisik, hingga kebijakan penataan ruang yang berlaku.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan yang meliputi dinamika perubahan tutupan lahan KMS, diversitas perubahan tutupan lahan KMS, hingga pola dispersi spasial KMS menggunakan indeks *Shannon's Entropy*.

BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan penelitian yang dihasilkan dan rekomendasi penulis dari penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini meliputi keseluruhan referensi yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian.