

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia selama 45 tahun mengalami pertumbuhan dan perkembangan yang pesat dengan bertumpu pada kota-kota besar seperti Kota Jakarta, Semarang, dan Surabaya. Permasalahan seperti ledakan populasi penduduk sudah menjadi permasalahan global yang cukup sulit ditangani karena dalam pelaksanaannya berkaitan langsung dengan meningkatnya aktivitas pada perkotaan serta peningkatan terhadap kebutuhan akan lahan untuk yang mendorong adanya alih fungsi lahan (Zahra et al., 2021). Alih fungsi lahan dengan pembangunan merupakan dua hal yang tidak dapat dihindari. Perubahan yang terjadi akibat kebutuhan lahan yang meningkat mengakibatkan masyarakat secara tidak langsung melakukan perubahan penggunaan lahan guna memenuhi kebutuhannya (Andini et al., 2024).

Tingginya kebutuhan lahan yang tidak diimbangi dengan ketersediaan lahan pada suatu perkotaan menyebabkan masyarakat memilih untuk tinggal pada daerah pinggiran kota sehingga melatarbelakangi terjadinya perembetan kenampakan fisik perkotaan (Firsty Agustina & Herwangi, 2023). Proses perembetan yang terjadi disebut sebagai *urban expansion* atau ekspansi perkotaan. Perembetan tersebut menyebabkan perubahan besar terhadap wilayah dalam bentuk peningkatan kepadatan lahan terbangun pada area yang terbuka yang sebelumnya tidak termasuk dalam kawasan perkotaan (Indrawati, Sigit Heru Murti, et al., 2020).

Salah satu kota yang mengalami pertumbuhan pesat adalah Kota Semarang. Kota Semarang sebagai pusat Ibu Kota dari Provinsi Jawa Tengah menjadi salah satu kota metropolitan dengan jumlah penduduk mencapai 1.694.743 jiwa dengan laju pertumbuhan mencapai 0,87% (BPS, 2023). Letak Kota Semarang yang strategis didukung keberadaan jalur transportasi antar wilayah pada pesisir utara menjadikan pesatnya perkembangan pembangunan pada Kota Semarang ditandai dengan munculnya pusat-pusat kegiatan seperti pembangunan perumahan, pusat perbelanjaan, industri, dan hotel pada tiap tahunnya yang teridentifikasi dari adanya perubahan penggunaan lahan kawasan terbangun seluas 11.665 ha yang terjadi hingga pada tahun 2020 di Kota Semarang (Novianti et al., 2024). Sebagai kota yang terus mengalami pertumbuhan, pertambahan jumlah penduduk yang signifikan, tentu memicu permintaan dan penawaran akan kebutuhan lahan terbangun baru sebagai ruang untuk beraktivitas (Akhirul et al., 2020). Semakin meluasnya lahan terbangun di Kota

Semarang tentu akan berimplikasi pada alih fungsi lahan dan ekspansi yang menyebabkan terjadinya perkembangan kawasan baik pada wilayah itu sendiri maupun menyebar hingga ke wilayah yang teraglomerasi atau berbatasan langsung dengan Kota Semarang seperti, Kabupaten Kendal, Kabupaten Semarang, dan Kabupaten Demak (Rahayu, 2013). Hal ini sesuai dengan temuan peneliti sebelumnya (Handayani & Rudiarto, 2014) yang menjelaskan bahwa Kawasan Metropolitan Semarang telah berkembang luas ke wilayah administratif lain ditinjau melalui penilaian perkembangan lahan terbangun yang terjadi. Proses perkembangan yang disebabkan oleh adanya dorongan dari Kota Semarang sebagai pusat kota Kawasan Metropolitan Semarang ini menyebabkan sebuah pemekaran atau yang disebut sebagai ekspansi (Rudiarto et al., 2013).

Konsekuensi dari terjadinya ekspansi secara terus menerus tersebut dapat menyebabkan beberapa permasalahan seperti munculnya pusat dan fungsi-fungsi perkotaan yang baru, *sprawling*, konversi lahan, *urban heat*, dinamika sosial serta berbagai permasalahan lainnya (Wahyudi, 2023) sehingga diperlukan adanya pemantauan secara spasial untuk memperoleh informasi mengenai ekspansi wilayah yang terjadi dengan karakteristik dan pengaruh yang disebabkan serta kesesuaiannya terhadap kebijakan tata ruang yang sudah ada (Saesarin, 2020). Salah satu pendekatan analisis yang digunakan dalam memproyeksi perkembangan kawasan adalah *Cellular Automata (CA)* dengan mengandalkan model spasial yang memanfaatkan pola perubahan lahan guna memprediksi perubahan yang terjadi di masa depan (Clarke et al., 1997).

Cellular Automata (CA) merupakan salah satu model pendekatan yang efektif untuk mensimulasikan perkembangan kawasan melalui perubahan lahan yang terjadi dengan mempertimbangkan faktor-faktor spasial di dalamnya serta validasi antara kondisi aktual dengan hasil permodelan melalui uji akurasi (Alberto & Dasanto, 2010). Terintegrasi dengan ruang dan waktu, pendekatan ini dinilai efektif dan penting dalam hal memetakan sebuah arah perkembangan kawasan dalam beberapa dekade waktu kedepannya karena mampu menggambarkan kondisi sebuah wilayah yang kompleks dengan aturan yang sederhana (Fardani et al., 2020). Hasil simulasi berupa proyeksi perkembangan kawasan yang dihasilkan kemudian diidentifikasi kembali dengan melakukan analisis tumpang tindih (*overlay*) untuk melihat kesesuaiannya dengan kebijakan tata ruang yang telah disusun sesuai dengan tahun perencanaan yang telah ditetapkan pada Rencana Tata Ruang Wilayah.

Dengan fenomena yang terjadi berikut maka diperlukan adanya sebuah analisis yang bertujuan untuk menghasilkan sebuah informasi mengenai bagaimana perkembangan kawasan yang terjadi akibat dari ekspansi lahan terbangun perkotaan serta kesesuaiannya

terhadap pola ruang yang telah direncanakan pada Rencana Tata Ruang di Kawasan Metropolitan Semarang sehingga dapat menjadi sebuah pertimbangan dalam perencanaan agar pembangunan yang terjadi kedepannya dapat semakin terencana dan terkendali.

1.2 Rumusan Permasalahan

Perkembangan Kota Semarang yang cepat dan meluas ke kawasan pinggiran kota di sekelilingnya menjadi salah satu contoh terjadinya *Urban Expansion* pada perkotaan (Indrawati, Sigit Heru Murti, et al., 2020). Seiring dengan perkembangan yang terjadi, ekspansi lahan terbangun cenderung mengalami pergerakan dari arah pusat kota menuju ke wilayah pinggiran atau yang berbatasan langsung secara administratif (Krismasta et al., 2015). Kedudukan Kota Semarang sebagai Ibukota Provinsi Jawa Tengah dan juga sebagai pusat dari Kawasan Strategis Nasional Kedungsepur diprediksi akan mengalami peningkatan terhadap lahan terbangun akibat dari bertambahnya jumlah penduduk maupun urbanisasi yang terjadi sehingga menyebabkan terjadinya ekspansi lahan terbangun ke arah luar kawasan perkotaan (Adimagistra & Basuki, 2022).

Ekspansi lahan terbangun perkotaan yang terjadi di Kota Semarang didorong oleh hal-hal yang berkaitan dengan pembangunan dan ketersediaan infrastruktur penunjang aktivitas serta kemudahan aksesibilitas sehingga menarik masyarakat untuk menetap di sekitar pinggiran Kota Semarang maupun pada wilayah yang berbatasan langsung. Hal ini ditunjukkan melalui peningkatan laju ekspansi Kota Semarang sebagai pusat metropolitan dari 2,7 km²/tahun di tahun 2011 dan meningkat menjadi 5,8 km²/tahun pada tahun 2015 (Indrawati, Murti, et al., 2020). Dinamika ekspansi lahan yang terjadi tidak hanya memberikan dampak pada Kota Semarang itu sendiri melainkan memberikan sebuah tekanan terhadap wilayah-wilayah sekitarnya yang berbatasan langsung secara administratif untuk berkembang.

Pada Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Tengah Tahun 2024 – 2044, hampir sebagian besar Kawasan Metropolitan Semarang direncanakan sebagai fungsi budidaya berupa lahan terbangun untuk berbagai aktivitas di dalamnya seperti permukiman, perdagangan dan jasa, pemerintahan, perkantoran, dan lain-lainnya. Namun dalam perkembangan yang terjadi secara natural, perlu adanya pemantauan secara spasial terkait dengan ekspansi lahan terbangun hingga pada tahun perencanaan untuk mengetahui apakah telah ditemukan kesesuaian dari perkembangan yang terjadi dengan yang direncanakan serta dampak terhadap wilayah sekitar dari ekspansi yang terjadi. Maka dari itu, dirumuskanlah

sebuah analisis untuk mengukur sejauh mana kesesuaian dari prediksi yang dilakukan terhadap ekspansi lahan terbangun yang terhadap rencana perkembangan kawasan.

1.3 Tujuan dan Sasaran

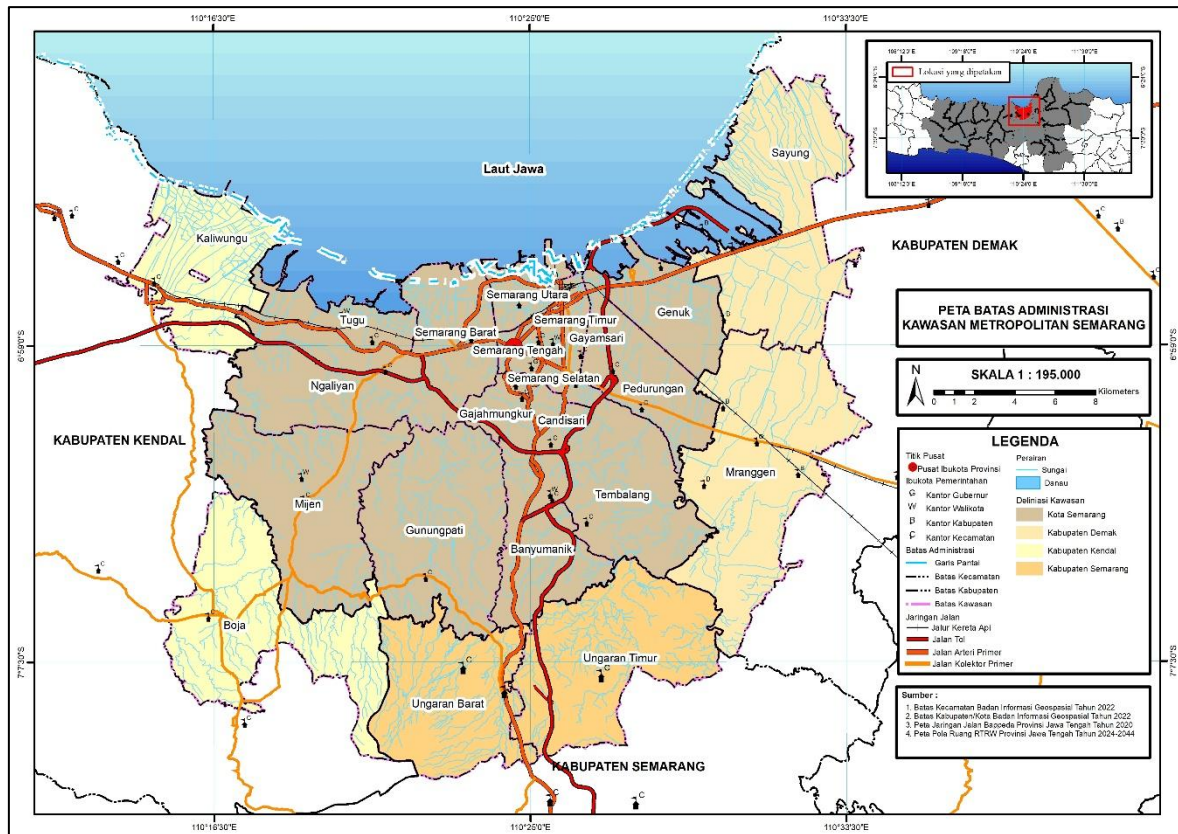
Berdasarkan pada latar belakang dan rumusan masalah yang telah disampaikan diatas, maka tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kesesuaian ekspansi yang terjadi pada Kawasan Metropolitan Semarang terhadap pola ruang RTRW yang telah ditetapkan. Untuk mencapai tujuan tersebut, berikut merupakan beberapa sasaran dari perlu dicapai, antara lain:

- a. Identifikasi ekspansi perkotaan Kawasan Metropolitan Semarang tahun 1990 - 2020;
- b. Analisis faktor pendorong terjadinya ekspansi perkotaan Kawasan Metropolitan Semarang;
- c. Prediksi ekspansi perkotaan tahun 2020 – 2044 di Kawasan Metropolitan Semarang menggunakan pendekatan *Artificial Neural Network-Cellular Automata (ANN-CA)*; dan
- d. Analisis kesesuaian prediksi ekspansi perkotaan dengan Pola Ruang RTRW pada Kawasan Metropolitan Semarang.

1.4 Ruang Lingkup

1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah dalam penelitian ini adalah Kawasan Metropolitan Semarang, termasuk dengan seluruh kecamatan di Kota Semarang, Kabupaten Kendal, Kabupaten Demak, dan Kabupaten Semarang. Terletak pada wilayah yang strategis yakni berada pada gerbang utama jalur transportasi dan logistik di Jawa Tengah menjadikan Kota Semarang sebagai pusat aktivitas kegiatan seperti ekonomi, perdagangan, pendidikan, dan pemerintahan, serta mendorong pertumbuhan lahan terbangun Kota Semarang untuk terus berkembang ke pinggiran kota hingga wilayah yang berbatasan langsung dengan Kota Semarang. Maka dari itu, dalam penelitian ini nantinya akan melibatkan beberapa wilayah studi yang memiliki potensi berkembang akibat dari adanya ekspansi pada beberapa kecamatan di kabupaten yang berbatasan langsung, antara lain Kecamatan Kaliwungu, Kecamatan Boja, Kecamatan Ungaran Barat, Kecamatan Ungaran Timur, Kecamatan Mranggen, dan Kecamatan Sayung.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 1. 1 Peta Administrasi Kawasan Metropolitan Semarang

1.4.2 Ruang Lingkup Materi

Ruang lingkup materi bertujuan untuk membatasi penelitian yang dilakukan agar lebih terfokus pada tujuan dari penelitian. Adapun ruang lingkup materi dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Identifikasi ekspansi lahan terbangun perkotaan dilakukan guna memahami fenomena ekspansi yang terjadi di Kawasan Metropolitan Semarang dalam kurun waktu dari tahun 1990 - 2020. Identifikasi ini dilakukan dengan menggunakan analisis *Urban Expansion* yang terdiri dari analisis *urban proximity* untuk mengetahui seberapa jauh ekspansi yang telah terjadi diukur dari pusat kota Kawasan Metropolitan Semarang dan arah pergerakan ekspansi yang terjadi, serta mengetahui pola ekspansi yang terjadi melalui perhitungan indeks ekspansi (*Land Expansion Index*).
- Analisis faktor pendorong bertujuan untuk mengetahui keterkaitan antara masing-masing faktor pendorong yang menyebabkan terjadinya ekspansi di Kawasan Metropolitan Semarang. Terdapat 7 faktor yang digunakan dalam analisis, yakni jaringan jalan, permukiman, persil bangunan, titik pusat perkotaan, fasilitas umum,

kelerengan, dan topografi. Tujuh faktor kemudian dilakukan Uji Korelasi *Pearson* untuk melihat korelasi antara satu faktor dengan faktor lainnya. Faktor-faktor yang telah dilakukan uji kemudian diolah secara spasial menggunakan *tools Euclidean Distance* pada software *ArcGIS 10.8* untuk melihat seberapa besar kedekatan dengan faktor pendorong yang ada. Faktor pendorong yang telah teridentifikasi dan diolah nantinya akan digunakan sebagai input variabel *Driving Factor* pada proyeksi ekspansi perkotaan.

- Ekspansi yang telah dilakukan hingga tahun 2020 kemudian diproyeksikan hingga ke tahun 2044 yang bertujuan untuk melihat perkiraan perkembangan kawasan yang terjadi akibat dari perubahan lahan terbangun pada setiap tahunnya. Pada proyeksi ini dilakukan pengolahan menggunakan metode analisis spasial *Cellular Automata* melalui *plugins MOLUSCE* pada *QGIS* dengan beberapa variabel *driving factor* yang teridentifikasi pada analisis faktor pendorong dan juga peta tutupan lahan yang akan digunakan sebagai model dalam proyeksi. Penilaian akurasi data hasil pengolahan juga dilakukan bertujuan untuk mempertimbangkan antara data terkini dan juga hasil proyeksi yang diharapkan telah sesuai dan dapat diterima keakuratannya. Dalam hal ini dilakukan uji akurasi kappa dengan ketentuan apabila hasil uji menunjukkan nilai > 0.80 dapat disimpulkan bahwa antara prediksi dengan data eksisting yang digunakan akurat dan sesuai untuk digunakan.
- Analisis kesesuaian proyeksi perkembangan kawasan dengan Pola Ruang RTRW dilakukan untuk memastikan bahwa prediksi perkembangan yang akan terjadi telah sesuai dengan yang direncanakan telah sesuai dengan peruntukan yang ada pada Kawasan Metropolitan Semarang maupun kawasan di sekitarnya. Dalam mengidentifikasi dilakukan analisis simpangan dengan cara meng-*overlay* hasil analisis proyeksi ekspansi perkotaan tahun 2044 dengan Rencana Pola Ruang RTRW Provinsi Jawa Tengah Tahun 2024 - 2044, kemudian diidentifikasi apakah telah sesuai ataupun masih terdapat ketidaksesuaian. Selain itu, melalui analisis simpangan ini juga dapat diketahui gap tutupan lahan apabila ditemukan ketidaksesuaian pada analisis. Perlu dilakukan evaluasi kesesuaian perkembangan kawasan dengan Pola Ruang RTRW bertujuan untuk menarik kesimpulan terkait dengan sesuai atau tidak sesuainya perkembangan kawasan dengan peruntukan lahan yang telah ditetapkan serta dampak yang disebabkan dari perkembangan yang terjadi. Hasil dari evaluasi diharapkan mampu menjadi sebuah rekomendasi untuk pengelolaan wilayah yang lebih efektif apabila ditemukan kesesuaian dan dapat

dijadikan sebagai acuan untuk perbaikan kebijakan dan pengendalian apabila ditemukan ketidaksesuaian dengan Rencana Pola Ruang.

1.5 Tahapan/Proses

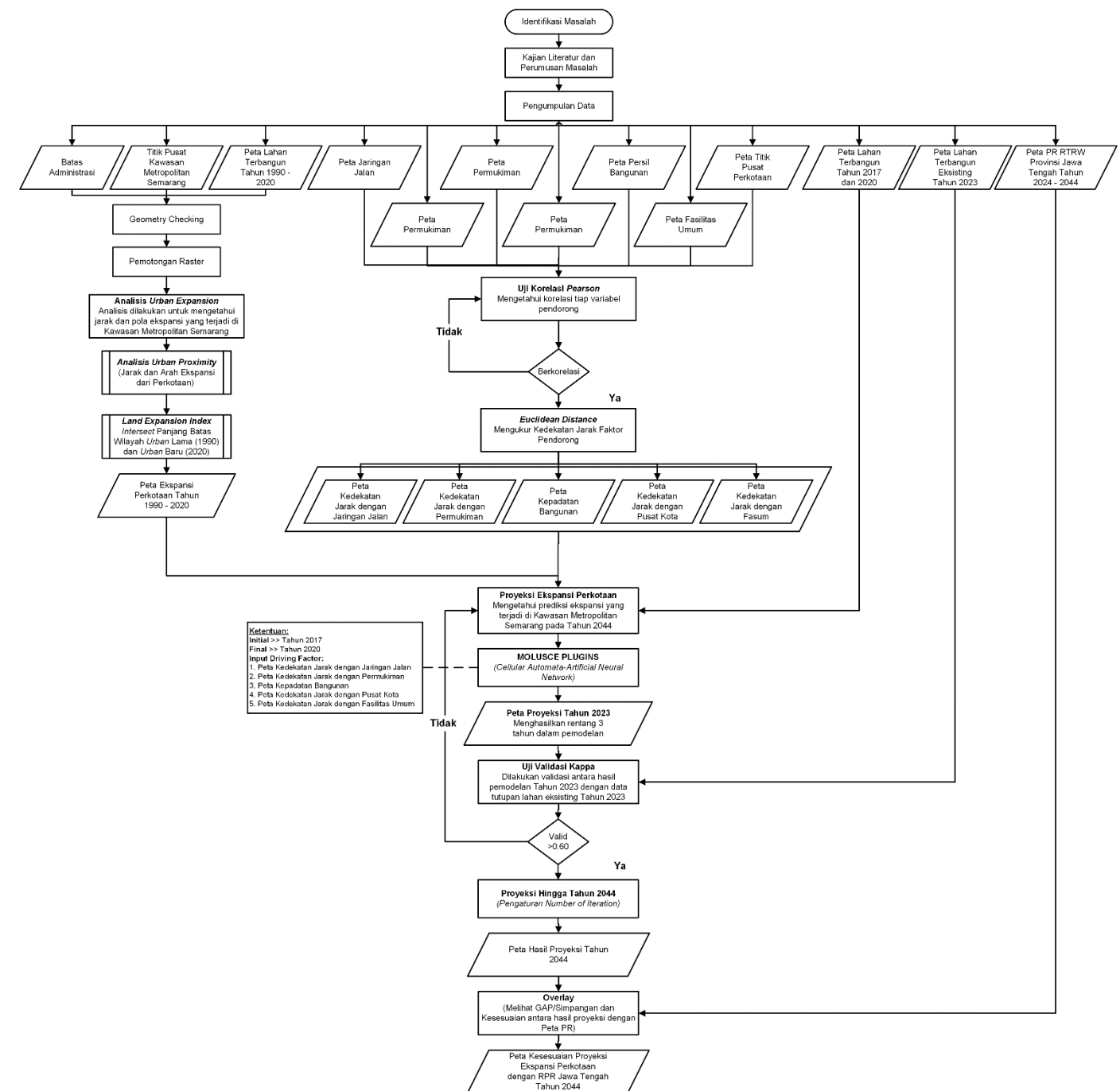
Dalam proses pengerjaan tugas akhir ini memerlukan tahapan atau proses yang dilakukan secara matang terkait dengan masalah yang diteliti. Berikut merupakan penjelasan terkait dengan tahapan dan proses yang dilakukan.

- **Tahapan Awal/Input**

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi masalah dari fenomena yang terjadi pada wilayah studi. Kajian literatur dan perumusan masalah dilakukan guna memperkuat referensi dan teori dari penyusunan tugas akhir. Pada tahapan awal ini juga dilakukan pengumpulan data baik secara sekunder dari berbagai sumber seperti instansi/dinas terkait, *open website* secara *online*, maupun melalui hasil pengolahan untuk mendukung proses analisis.

- **Tahapan Analisis/Proses**

Tahapan analisis dilakukan untuk memperoleh keseluruhan data yang telah dikumpulkan untuk penelitian. Analisis dimulai dengan mengolah data lahan terbangun *GHS-Built up* dengan rentang waktu 10 tahun dari tahun 1990 – 2020 untuk analisis *Urban Expansion*. Analisis dilakukan untuk melihat jarak dan arah ekspansi yang terjadi dari pusat perkotaan serta mengetahui pola yang terjadi dari ekspansi. Kemudian dilakukan analisis faktor pendorong untuk melihat pengaruh dan kedekatan dari masing-masing objek sebagai variabel pendorong. Hasil dari analisis faktor pendorong digunakan sebagai input *pada interface Plugins MOLUSCE* untuk proyeksi. Guna memprediksi perkembangan dari ekspansi yang terjadi, dilakukan proyeksi dengan menggunakan permodelan *Cellular Automata* yang melibatkan beberapa variabel pendorong serta data tutupan lahan tahun awal, akhir, serta eksisting untuk pemodelan. Hasil yang sudah terproyeksi kemudian dilakukan validasi keakuratannya melalui uji akurasi Kappa dengan tujuan memberikan informasi bahwa data dapat digunakan karena telah dinyatakan relevan dan akurat. Setelah itu analisis dapat dilanjutkan kembali dengan mengidentifikasi kesesuaian antara proyeksi ekspansi perkotaan dengan pola ruang RTRW melalui analisis simpangan. Hasil yang telah teridentifikasi kemudian dievaluasi untuk melihat apakah sudah sesuai atau masih terdapat gap/simpangan antara perkembangan yang terjadi dengan pola ruang yang telah direncanakan. Secara singkat, berikut merupakan tahapan analisis dalam pengerjaan tugas akhir.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 1. 2 Diagram Alir Penelitian

- **Tahapan Akhir/Hasil**

Tahap akhir menjadi tahap keluaran yang dihasilkan dari hasil penyusunan dan pengolahan pada tugas akhir ini. Output atau hasil yang dikeluarkan dari keseluruhan proses adalah berupa peta kesesuaian ekspansi perkotaan pada Kawasan Metropolitan Semarang dengan Rencana Pola Ruang RTRW Provinsi Jawa Tengah.

1.6 Metode dan Hasil Akhir

1.6.1 Kebutuhan Data

Dalam melaksanakan penelitian ini dibutuhkan beberapa data yang digunakan untuk melakukan analisis. Adapun data-data yang diperlukan dalam analisis sebagai berikut.

Tabel 1. 1 Kebutuhan Data

Sasaran	Nama Data	Tahun Data	Bentuk Data	Sumber	Teknik Pengumpulan Data
Identifikasi Ekspansi Perkotaan	Batas Administrasi	2023	<i>Shapefile</i>	Badan Informasi Geospasial	Sekunder
	Titik Pusat Perkotaan	2025	<i>Point/KMZ</i>	<i>Google Earth Pro</i>	Sekunder
	Peta Lahan Terbangun	1990 - 2020	<i>Shapefile</i>	<i>GHS-Built Up Copernicus</i>	Sekunder
Identifikasi Faktor Pendorong	Peta Jaringan Jalan	2020	<i>Shapefile</i>	BAPPEDA Provinsi Jawa Tengah	Sekunder
	Peta Permukiman	2020	<i>Shapefile</i>	<i>ESRI Sentinel-2</i>	Sekunder
	Peta Persil Bangunan	2020	<i>Shapefile</i>	<i>Open Street Map</i>	Sekunder
	Peta Titik Pusat Kota	2020	<i>Shapefile</i>	<i>Geotagging-Google Earth</i>	Sekunder
	Peta Fasilitas Umum	2020	<i>Shapefile</i>	Peta RBI Badan Informasi Geospasial	Sekunder
	Peta Kelerengan	2025	<i>Raster</i>	DEMNAS/Hasil Pengolahan	Sekunder
	Peta Topografi	2025	<i>Raster</i>	SRTM/Hasil Pengolahan	Sekunder
Proyeksi Ekspansi Perkotaan	Peta Lahan Terbangun	2017 dan 2023	<i>Raster</i>	Hasil Pengolahan	Sekunder
	Peta Kedekatan Jarak dengan Jaringan Jalan	2025	<i>Raster</i>	Hasil Pengolahan	Sekunder
	Peta Kedekatan Jarak dengan Permukiman	2025	<i>Raster</i>	Hasil Pengolahan	Sekunder
	Peta Kepadatan Bangunan	2025	<i>Raster</i>	Hasil Pengolahan	Sekunder
	Peta Kedekatan Jarak dengan Pusat Kota	2025	<i>Raster</i>	Hasil Pengolahan	Sekunder
	Peta Kedekatan Jarak dengan Fasilitas Umum	2025	<i>Raster</i>	Hasil Pengolahan	Sekunder

Sasaran	Nama Data	Tahun Data	Bentuk Data	Sumber	Teknik Pengumpulan Data
	Peta Kelerengan	2025	<i>Raster</i>	DEMNAS/Hasil Pengolahan	Sekunder
	Peta Topografi	2025	<i>Raster</i>	DEMNAS/Hasil Pengolahan	Sekunder
	Peta Lahan Terbangun Eksisting 2023	2023	<i>Raster</i>	Hasil Pengolahan	Sekunder
	Peta Hasil Proyeksi Ekspansi Perkotaan Tahun 2023	2025	<i>Raster</i>	Hasil Pengolahan	Sekunder
Identifikasi Kesesuaian Proyeksi Ekspansi Perkotaan Pola Ruang RTRW	Dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Tengah	2023	Dokumen Rencana	BAPPEDA Provinsi Jawa Tengah	Sekunder
	Peta Pola Ruang RTRW Provinsi Jawa Tengah	2024	<i>Shapefile</i>	BAPPEDA Provinsi Jawa Tengah	Sekunder
	Peta Proyeksi Ekspansi Perkotaan Tahun 2044	2025	<i>Shapefile</i>	Hasil Pengolahan	Sekunder

Sumber: Penulis, 2025

1.6.2 Metode Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data digunakan untuk mendapatkan data yang objektif dan akurat, sehingga dalam pengumpulan data dibutuhkan instrument yang valid serta tepat untuk menghimpun data (Hardani, Helmina Andriani, 2020). Data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan pengumpulan data secara sekunder, baik dengan pengumpulan dari berbagai sumber maupun melalui pengolahan data. Data sekunder diperoleh dari beberapa instansi seperti Badan Informasi Geospasial untuk peta batas administrasi dan toponimi serta BAPPEDA Provinsi Jawa Tengah untuk data seperti peta jaringan jalan, dokumen rencana, hingga peta rencana pola ruang Provinsi Jawa Tengah. Data sekunder juga diperoleh melalui beberapa *website open access*, seperti *Copernicus* untuk data *GHS-Built Up*, *Open Street Map* untuk data persil bangunan, ESRI Map untuk data tutupan lahan, dan juga *Website Inageoportal* untuk data RBI.

1.6.3 Teknik Analisis

1.6.3.1 Kebutuhan Variabel

Dalam penelitian ini digunakan pendekatan spasial untuk menganalisis kesesuaian ekspansi perkotaan dengan pola ruang RTRW Provinsi Jawa Tengah pada Kawasan Metropolitan. Untuk menunjang proses analisis yang dilakukan, dibutuhkan sejumlah variabel yang disusun dengan menyesuaikan pada teknik analisis yang digunakan dan ditetapkan berdasarkan keterkaitannya dengan penelitian.

Tabel 1. 2 Kebutuhan Variabel

Analisis	Variabel	Indikator	Keterangan	Sumber
A. Urban Expansion				
<i>Urban Proximity</i>	Tutupan Lahan	Tutupan Lahan Terbangun dan Non Terbangun	- Non Terbangun = 0 – 1000 piksel - Lahan Terbangun = > 1000 piksel	<i>Modul GHS-Built Up, Tahun 2018</i>
	Pusat Kota	Titik Pusat Perkotaan	-	<i>Way et al., 2012</i>
	Pergerakan Ekspansi	Jarak Ekspansi dari Pusat Kota	> 5 km	
		Arah Ekspansi	-	<i>Shikary & Rudra, 2021</i>
<i>Land Expansion Index</i>	Pola Ekspansi Perkotaan	Pola Ekspansi	Nilai index: 0 = <i>Outlying</i> (Tersebar) 0 – 0,5 = <i>Edge Expansion</i> (Pinggiran Kota) 0,5 – 1 = <i>Infilling</i> (Area Kota Perkotaan)	<i>Wahyudi, 2023</i>
	Aksesibilitas Jalan	Jaringan Jalan	Jalan Arteri, Jalan Kolektor, dan Jalan Lokal	<i>Kubangun et al., 2016</i>
B. Faktor Pendorong	Sebaran Permukiman	Permukiman	Lahan Terbangun	<i>Danih Lesmana et al., 2022</i>
	Sebaran Fasilitas Umum	Fasilitas Umum	Sarana Pemerintahan, Sarana Perdagangan dan Jasa, Sarana Pendidikan, Sarana Transportasi, Sarana Peribadatan, Sarana Kesehatan	<i>Utama, 2024</i>
	Pusat Perkotaan	Pusat Kota	Titik Pusat Perkotaan	
	Tingkat Kepadatan Bangunan	Kepadatan Bangunan	-	<i>Kubangun et al., 2016</i>

Analisis	Variabel	Indikator	Keterangan	Sumber
C. Proyeksi Ekspansi	Fisik Alam	Kelerengan	-	Kubangun et al., 2016
		Topografi	-	
	Faktor Pendorong/ Kedekatan	Input:		
		• Kedekatan dengan Jaringan Jalan		
		• Kedekatan dengan Permukiman		
		• Kedekatan dengan Fasilitas Umum		
		• Kedekatan dengan Pusat Kota		
		• Kepadatan Bangunan		
		• Kelerengan		
		• Topografi		
	Tutupan Lahan	Lahan Terbangun	Tahun 2017 dan 2023	Hasil Pengolahan, 2025
D. Kesesuaian Proyeksi dengan RPR RTRW	Rencana Pola Ruang	Pola Ruang RTRW	Jenis Pola Ruang yang direncanakan	Bappeda Provinsi Jawa Tengah, 2024
	Proyeksi Ekspansi	Proyeksi Ekspansi Tahun 2044	-	Hasil Pengolahan, 2025

Sumber: Penulis, 2025

Setiap variabel yang disusun dalam **Tabel 1.2** disertai dengan indikator pengukuran, keterangan teknis penggunaan data, dan sumber yang merujuk pada dasar penggunaan Variabel. Dengan demikian, penyusunan tabel kebutuhan variabel ini bertujuan untuk memperjelas landasan data dan metode yang digunakan dalam keseluruhan proses penelitian.

1.6.3.2 Analisis

1. Analisis *Urban Expansion*

a) Koreksi geometri (*Correction Geometry*)

Koreksi geometri dilakukan sebelum melakukan pengolahan pada data *GHS-Built Up* untuk menyesuaikan koordinat bumi baik dalam bentuk *Universal Transverse Mercator* (UTM) ataupun *Ground Control Points* (GCP) yang telah dimiliki pada referensi geografis pada piksel citra. Pada data *GHS-Built Up* koreksi

geometri bersifat opsional menyesuaikan apakah citra telah terkoreksi secara geometri dari sumbernya.

b) Pemotongan Raster

Pemotongan data *GHS-Built Up* sebelum dilakukan analisis bertujuan untuk membatasi area pengolahan dengan batas administrasi wilayah studi yang telah ditetapkan. Pemotongan ini dilakukan dengan menggunakan *tools extract by mask* pada *ArcGIS* 10.8 agar data dapat relevan dan sesuai dengan fokus kebutuhan penelitian.

c) Perhitungan Nilai Statistik Cell (Cell Statistic)

Data raster *GHS-Built Up* yang diinput ke dalam *ArcGIS* 10.8 pada awalnya belum memiliki nilai dasar statistik minimal, maksimal, rata-rata dan juga standar deviasi pada Band 1. Oleh karena itu, perlu dilakukannya proses perhitungan menggunakan *Tools Cell Statistic* guna memastikan kelengkapan informasi statistik dari data raster yang digunakan.

d) Klasifikasi Lahan Terbangun

Data *GHS-Built Up* pada umumnya menyajikan informasi spasial berbasis penginderaan jauh mengenai permukaan lahan terbangun pada resolusi yang tinggi dengan mengkombinasikan pengolahan antara Citra Satelit *Landsat* dan *Sentinel*. Data ini menghasilkan representasi spasial dengan mengklasifikasikan beberapa kelas, antara lain:

Tabel 1. 3 Klasifikasi Tutupan Lahan *GHS-Built Up*

Klasifikasi	Nilai Klasifikasi
Non Terbangun	0 - 1000
Lahan Terbangun	> 1000

Sumber: Modul GHS-Built Up, Tahun 2018

Klasifikasi pada data *GHS-Built Up* terbagi menjadi 2 yakni, non terbangun dengan ketentuan bahwa nilai piksel berada pada rentang 0 - 1000 dan lahan terbangun dengan nilai piksel > 1000. Dalam analisis ini, data yang menjadi fokus utama dalam pengolahan merupakan data lahan terbangun untuk mengamati ekspansi yang terjadi.

e) Analisis *Urban Proximity*

Ekspansi perkotaan yang terjadi dilakukan analisis jarak ekspansi untuk mengukur sejauh mana perkembangan ekspansi dari pusat kota ke wilayah di sekitar selama periode waktu yang ditentukan dalam analisis. Proses analisis dimulai dengan

menetapkan titik pusat kota sebagai referensi tetap dalam acuan jarak kemudian dilakukan pengolahan menggunakan *Tools* berupa *Multiple Ring Buffer* pada *ArcGIS* 10.8 guna mengklasifikasikan zona-zona berjarak konsentris terhadap pusat kota. Berikut merupakan klasifikasi untuk masing-masing jarak ekspansi yang terjadi.

Tabel 1. 4 Klasifikasi Jarak Ekspansi Perkotaan

Klasifikasi	Jarak (Km)
<i>Urban</i>	< 5 km
<i>Sub-Urban</i>	5 – 15 km
<i>Peri-Urban</i>	15 – 50 km

Sumber: Way et al., 2012

Klasifikasi jarak yang digunakan mengacu pada pembagian zona berdasarkan jarak terhadap pusat kota. Terdapat tiga kategori dengan klasifikasi < 5km, 5 – 15 km dan 15 – 50 km menjadi fokus utama pada analisis jarak ekspansi. Melalui analisis jarak ini, ekspansi yang terjadi dapat diklasifikasikan berdasarkan radius terjauh yang kemudian dapat disimpulkan sudah sejauh mana dan berada pada kawasan apa ekspansi terjadi. Setelah mengetahui jarak ekspansi yang terjadi, dilakukan analisis untuk melihat arah pergerakan ekspansi melalui persentase sebaran lahan terbangun dalam kuadran mata angin guna memetakan arah dominan ekspansi yang terjadi.

f) Analisis *Land Expansion Index (LEI)*

Analisis *Land Expansion Index (LEI)* digunakan untuk mengetahui tingkat perubahan lahan terbangun wilayah dari waktu ke waktu melalui pola perkembangan ekspansi yang terjadi (Wahyudi, 2023). Analisis ini menggunakan data lahan terbangun yang telah dikonversi menjadi data *vector* secara temporal yang diasumsikan bahwa data lahan terbangun tahun 1990 sebagai *old pre grown urban area* dan data lahan terbangun tahun 2020 sebagai *new development urban area*. *Tools* yang digunakan dalam analisis berupa *spatial join* untuk menggabungkan layer dan juga *raster calculator* untuk menghitung nilai ekspansi wilayah. Adapun persamaan dari rumus LEI adalah sebagai berikut:

$$LEI = \frac{Lc}{P} \times 100$$

Keterangan:

LEI = *Landscape Expansion Index*

Lc = *Length of The Common Boundary of Early and New Urban Patches and The*

Pre-Growth Urban Patches

P = Perimeter of New Growth Area

Hasil perhitungan terhadap LEI kemudian dilakukan klasifikasi dan identifikasi tipe perkembangan menjadi tiga kategori, yakni:

Tabel 1. 5 Klasifikasi Indeks Pola Ekspansi

Klasifikasi	N
<i>Outlying</i> (Tersebar)	0
<i>Edge Expansion</i> (Pinggiran Kota)	0 – 0,5
<i>Infilling</i> (Mengisi Area Kota Perkotaan)	0,5 - 1

Sumber: Wahyudi, 2023

Pola ekspansi yang terjadi umumnya memiliki karakteristik yang berbeda. Menyesuaikan dengan bentuk dan arah perkembangan dari ekspansi. Adapun karakteristik dari masing-masing pola secara lebih rinci disajikan sebagai berikut.

Tabel 1. 6 Karakteristik Pola Ekspansi

Pola Ekspansi	Karakteristik	Referensi
<i>Outlying</i> (Tersebar)	- Tidak terintegrasi secara langsung dengan pusat perkotaan	<i>Heim, 2001</i>
	- Membentuk pola yang menyebar dan terisolasi	
	- Perubahan lahan terbangun tanpa terintegrasi dengan lahan terbangun di sekitarnya	
	- Kepadatan bangunan cenderung rendah	
<i>Edge Expansion</i> (Pinggiran Kota)	- Terintegrasi dengan pusat perkotaan	<i>Gong et al., 2018</i>
	- Perkembangan yang terjadi bertahap menuju area <i>sub-urban</i>	
	- Membentuk area lahan terbangun yang menyatu dengan lahan terbangun di sekitarnya	
	- Kepadatan bangunan sedang	
<i>Infilling</i> (Mengisi Area Kota Perkotaan)	- Pola mengisi ruang kosong yang ada pada area perkotaan	<i>Annemarie Schneider, 2008</i>
	- Konektivitas dan integrasi yang tinggi terhadap pusat perkotaan	
	- Kepadatan bangunan tinggi	

Sumber; Penulis, 2025

2. Identifikasi Faktor Pendorong

Analisis faktor pendorong menjadi sebuah pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan memahami variabel-variabel yang mempengaruhi suatu fenomena atau *outcome* tertentu. Dalam konteks penelitian kuantitatif, analisis ini bertujuan untuk menentukan elemen-elemen kunci yang berkontribusi signifikan terhadap perubahan atau variasi dalam variabel dependen yang diteliti. Faktor-faktor pendorong ini dapat

berupa variabel internal maupun eksternal yang memiliki pengaruh langsung atau tidak langsung terhadap hasil yang diamati.

Identifikasi faktor pendorong dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai referensi peneliti terdahulu dipertimbangkan serta disesuaikan kembali dengan kondisi ril yang menyebabkan terjadinya ekspansi di Kawasan Metropolitan Semarang. Setelah itu, dilakukan uji korelasi *Pearson* dalam analisis faktor pendorong yang bertujuan untuk melakukan identifikasi terhadap faktor yang menjadi prioritas terhadap faktor-faktor yang memiliki kontribusi paling signifikan.

Tabel 1. 7 Klasifikasi Tingkat Korelasi Pearson

Klasifikasi	Nilai (r)
Sangat Rendah	0.00 – 0.199
Rendah	0.20 – 0.399
Sedang	0.40 – 0.599
Kuat	0.60 – 0.799
Sangat Kuat	0.80 – 1.00

Sumber: Safitri, W, 2014

Faktor pendorong yang telah teruji kemudian dilakukan pengolahan secara spasial pada *software ArcGIS 10.8* untuk mendapatkan keluaran berupa peta kedekatan dengan data yang dijadikan sebagai faktor pendorong menggunakan *tools Euclidean Distance*.

3. Proyeksi Perkembangan kawasan Permodelan Cellular Automata – ANN

Permodelan yang dilakukan dengan tujuan memprediksi ekspansi lahan yang terjadi pada Kota Semarang dan wilayah sekitarnya menggunakan *Artificial Neural Network* pada *Cellular Automata* pada *software QGIS* dalam rentang waktu beberapa tahun kedepan (Sarastika et al., 2023). Analisis ini melibatkan beberapa variabel sebagai faktor pendorong terjadinya perubahan seperti peta jarak antar permukiman, peta jarak antar jaringan jalan, peta kelerengan, dan peta kepadatan penduduk pada tahap preprocessing data. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan CA-ANN yakni:

- 1) *Input Data – Geometry Checking*
- 2) *Evaluating Correlation*
- 3) *Area Change*
- 4) *Transition Potential Modelling*
- 5) *Cellular Automata Simulation*
- 6) *Validation*

Pemodelan *Cellular Automata* terdapat uji kappa yang dilakukan dengan tujuan untuk memberikan informasi mengenai keakuratan data hasil proyeksi yang telah dilakukan dengan data terkini yang berfungsi sebagai acuan hasil menggunakan bantuan matriks kesalahan (*confusion matrix*). Hasil dari proyeksi yang telah diolah dan dilakukan validasi kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui nilai sebagai tolak ukur akurasi data. Nilai diklasifikasikan menjadi beberapa kelas yang menunjukkan tingkat akurat dari proyeksi yang dilakukan terhadap perkembangan kawasan. Berikut merupakan tabel kelas keakuratan uji kappa.

Tabel 1. 8 Klasifikasi Interpretasi Nilai Kappa

Interpretasi Nilai Kappa	Nilai Koefisien Kappa
Rendah (<i>Poor</i>)	< 0.20
Lumayan (<i>Fair</i>)	0.21 – 0.40
Cukup (<i>Moderate</i>)	0.41 – 0.60
Kuat (<i>Good</i>)	0.61 – 0.80
Sangat Kuat (<i>Very Good</i>)	> 0.80

Sumber: Rizky et al., 2022

Nilai koefisien Kappa dibagi menjadi lima kategori utama. Pertama, nilai Kappa kurang dari 0,20 dikategorikan sebagai "Rendah" (*Poor*), yang menunjukkan tingkat kesepakatan yang sangat lemah dan hampir mendekati kebetulan. Nilai antara 0,21 hingga 0,40 disebut "Lumayan" (*Fair*), yang mengindikasikan tingkat kesepakatan yang masih rendah namun sedikit lebih baik. Selanjutnya, nilai antara 0,41 hingga 0,60 termasuk dalam kategori "Cukup" (*Moderate*), yang menandakan adanya kesepakatan yang sedang. Nilai antara 0,61 hingga 0,80 tergolong "Kuat" (*Good*), mencerminkan tingkat kesepakatan yang tinggi. Terakhir, nilai Kappa di atas 0,80 diklasifikasikan sebagai "Sangat Kuat" (*Very Good*), yang berarti bahwa kesepakatan antar pengukuran atau pengamat berada pada tingkat yang sangat tinggi dan dapat diandalkan.

4. Analisis Kesesuaian Proyeksi Ekspansi Perkotaan dengan Rencana Pola Ruang RTRW Provinsi Jawa Tengah

Analisis kesesuaian bertujuan untuk membandingkan antara rencana pola ruang Provinsi Jawa Tengah dengan proyeksi perkembangan kawasan pada tahun perencanaan. Metode yang digunakan pada analisis kesesuaian adalah *overlay* dengan menggunakan *tools intersect* pada *ArcGIS 10.8* untuk menggabungkan dua jenis data berupa peta rencana pola ruang dengan peta proyeksi perkembangan kawasan dengan masing-masing atribut. Hasil dari analisis kesesuaian yang didapatkan kemudian dapat diidentifikasi apakah ekspansi perkotaan sudah sesuai dengan rencana pola ruang yang ditetapkan atau masih terdapat ketidaksesuaian ditandai dengan adanya perkembangan

eksisting lahan terbangun yang tidak sesuai dengan peruntukan lahan pada rencana pola ruang.

1.6.4 Hasil Akhir

Penelitian ini akan menghasilkan keluaran yang telah disesuaikan dengan ketentuan dari Program Studi Perencanaan Tata Ruang dan Pertanahan. Keluaran fisik yang dihasilkan berupa peta kesesuaian proyeksi ekspansi perkotaan dengan Rencana Pola Ruang Provinsi Jawa Tengah serta evaluasi kesesuaian ekspansi perkotaan dengan Rencana Pola Ruang Provinsi Jawa Tengah. Keluaran yang dihasilkan dari penelitian ini juga diharapkan mampu menjadi sebuah rekomendasi untuk pengelolaan wilayah yang lebih efektif apabila ditemukan kesesuaian dan dapat dijadikan sebagai acuan untuk perbaikan kebijakan dan pengendalian apabila ditemukan ketidaksesuaian dengan rencana pola ruang.