

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Urbanisasi merupakan proses perubahan sistem keruangan dan kondisi ekologis di berbagai wilayah, termasuk kawasan metropolitan. Kawasan Kedungsepur merupakan salah satu kawasan metropolitan yang terdapat di Jawa Tengah. Kawasan metropolitan Kedungsepur terdiri dari Kabupaten Kendal, Kabupaten Demak, Kabupaten Semarang, Kabupaten Grobogan, Kota Semarang, dan Kota Salatiga (Peraturan Presiden, 2022). Keterbatasan lahan menyebabkan adanya tekanan terhadap keseimbangan lingkungan dan ketepatan pemberian kebijakan tata ruang. Sebagai bagian dari kawasan Kedungsepur, Kabupaten Semarang menjadi kawasan yang strategis dalam menopang perekonomian pusat metropolitan dalam pengendalian pemanfaatan ruang (Wardana et al., 2026).

Perubahan tutupan lahan di Kabupaten Semarang menunjukkan adanya tren peningkatan lahan terbangun yang signifikan dalam sepuluh tahun terakhir. Terdapat peningkatan sebesar 3.681,16 hektar pada tahun 2010 hingga 2020, dengan luas lahan terbangun tahun 2010 sebesar 13.990,46 hektar dan tahun 2020 luas lahan terbangun menjadi 17.671,62 hektar (Anggraini et al., 2026). Selain itu, pada tahun 2016 hingga 2019, terdapat penurunan vegetasi sebanyak 194.762,7 ha dengan penurunan area hutan sebesar 205.535,7 ha pada tahun 2015 hingga 2019 (Mahesti et al., 2020). Tingginya laju konversi lahan menunjukkan adanya perubahan yang signifikan hingga menyebabkan peningkatan tekanan dalam pembangunan fisik, seperti permukiman, industri, dan infrastruktur (Fedriansya & Rahman, 2025). Peningkatan lahan terbangun tertuju kepada wilayah dengan aksesibilitas tinggi dan berkembang dalam menjadi pusat pertumbuhan baru.

Peningkatan jumlah penduduk menjadi faktor utama dalam peningkatan kebutuhan ruang kawasan terbangun di Kabupaten Semarang. Jumlah penduduk Kabupaten Semarang tahun 2025 mencapai 1.089.767 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk per tahun 2020 – 2024 sebesar 0,92% (BPS Kabupaten Semarang, 2025). Ketersediaan luas wilayah yang terbatas di tengah peningkatan jumlah penduduk mendorong terjadinya alih fungsi lahan non terbangun menjadi lahan terbangun. Perubahan yang terjadi secara berkelanjutan dapat membentuk pola keruangan yang menunjukkan arah pengembangan wilayah pinggiran dengan karakteristik perdesaan.

Perkembangan lahan terbangun di Kabupaten Semarang selaras dengan posisi Kabupaten Semarang sebagai kawasan metropolitan Kedungsepur yang ditetapkan sebagai Kawasan

Strategi Nasional (KSN). Tahun 2012 hingga 2020, terjadi perubahan tutupan lahan hutan menjadi lahan pertanian lahan kering dan kawasan terbangun di wilayah Kedungsepur sebesar 64.739,09 hektar (Wardana et al., 2026). Di sisi lain, pada kawasan metropolitan Kedungsepur terjadi pula peningkatan desa dengan karakteristik perkotaan sebesar 67 desa yang menunjukkan adanya perubahan perdesaan – perkotaan yang berlangsung cepat. Pola distribusi pembangunan perkotaan di wilayah Kedungsepur memiliki nilai Indeks Moran's I sebesar 0,83 yang menunjukkan adanya autokorelasi spasial pertumbuhan perkotaan yang cenderung berkelompok dan berdekatan (Wardana et al., 2026).

Perubahan tutupan lahan yang terjadi di Kabupaten Semarang berdampak terhadap keberlanjutan sektor pertanian yang menjadi salah satu basis dalam pembangunan Kabupaten Semarang. Tahun 2018 hingga 2023, terjadi penurunan luas lahan pertanian pangan di Kabupaten Semarang sebesar 203 hektar (Nurpratama & Astuti, 2025). Penurunan tersebut menunjukkan adanya ancaman terhadap ketahanan pangan di Kabupaten Semarang. Sehingga perlu dilakukan pengawasan intensif terhadap perubahan lahan pertanian menjadi lahan terbangun terutama pada wilayah timur Kabupaten Semarang (Kecamatan Suruh, Kecamatan Pabelan, Kecamatan Kaliwungu, Kecamatan Susukan, Kecamatan Bancak, dan Kecamatan Bringin) yang memiliki potensi lahan pertanian berdasarkan kondisi fisik alam datar (Nurpratama & Astuti, 2025).

Adanya dampak ekologis yang terjadi di Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Panjang Kecamatan Bandungan, Kecamatan Sumowono, dan Kecamatan Ambarawa akibat perubahan lahan terbangun. Faktor terjadinya perubahan tutupan lahan pada tahun 2015 hingga 2024 berupa adanya pembangunan kawasan industri di Kecamatan Bawen, pengembangan kawasan peternakan, pengembangan kawasan pariwisata di Kecamatan Bandungan, dan adanya jalur Jogja-Solo-Semarang (Arif et al., 2024). Perubahan tersebut menyebabkan penurunan kemampuan tanah dalam menyerap air hujan, penurunan kualitas air, erosi tanah, dan penurunan tingkat keanekaragaman hayati (Arif et al., 2024).

Sebagai wilayah yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Semarang, Kota Semarang menerima dampak yang serupa mengenai keterkaitan ekologis antar wilayah. Kota Semarang mengalami peningkatan luas lahan terbangun pada tahun 2004 hingga 2024 sebesar 124,91% dengan rata-rata indeks kekritisian lingkungan mencapai 41,37% (Prasetyo, 2024). Pola distribusi pembangunan perkotaan mendekati 0 menunjukkan penyebaran spasial di Kota Semarang cenderung menyebar secara acak pada daerah pinggiran kota serta menunjukkan adanya peningkatan terhadap tekanan lingkungan (Prasetyo, 2024). Selain itu, melalui analisis

regresi linier sederhana sebesar 95,59% menunjukkan adanya pengaruh perkembangan lahan terhadap pola indeks kekritisian lingkungan (Prasetyo, 2024).

Perubahan lahan di kawasan hulu Kabupaten Semarang memiliki dampak langsung terhadap sistem perairan dan risiko banjir di wilayah hilir. Perubahan lahan hutan lindung menjadi kawasan terbangun dapat mengurangi penyerapan air hujan dan meningkatkan limpasan permukaan, sehingga mempercepat aliran air menuju hilir serta dapat menyebabkan adanya banjir kiriman di hilir sungai (Ridwan & Sarjito, 2024). Selain itu, perubahan lahan menjadi permukiman memiliki hubungan langsung dengan penurunan daya dukung DAS menjadi buruk dan dapat mengakibatkan peningkatan kerawanan banjir (Ridwan & Sarjito, 2024). Oleh sebab itu, deforestasi dan pengurangan tutupan lahan vegetasi secara signifikan dapat berdampak luas terhadap keseimbangan lingkungan di wilayah hilir.

Upaya menghadapi dinamika perubahan struktur ruang wilayah, Pemerintah Kabupaten Semarang telah menetapkan Peraturan Daerah Nomor 6 Tahun 2023 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043 sebagai acuan dalam memutuskan kebijakan perencanaan. Dokumen tersebut mengatur mengenai arah pengembangan wilayah, sistem pusat kegiatan, serta perencanaan struktur ruang dan pola ruang dalam kurun waktu dua puluh tahun ke depan. Penetapan RTRW menjadi acuan dalam pelaksanaan evaluasi pola perubahan lahan terbangun eksisting dengan rencana pemanfaatan ruang yang telah diatur. Kesesuaian antara perkembangan wilayah eksisting dengan rencana yang telah diatur menjadi parameter dalam menilai efektivitas implementasi regulasi RTRW.

Kajian yang telah dilakukan mengenai perubahan lahan terbangun di kawasan Kabupaten Semarang masih terbatas kepada laju konversi lahan dan dampak ekologis yang dihasilkan tanpa mengintegrasikan evaluasi kesesuaian terhadap instrumen rencana tata ruang yang berlaku. Penelitian yang dilakukan oleh Anggraini dkk. (2026) hanya menghitung peningkatan lahan terbangun sebesar 3.681,16 hektar pada tahun 2010 – 2020. Sementara itu, dalam penelitian Arif dkk. (2024) dan Nurpratama & Astuti (2025) berfokus kepada dampak ekologis yang dihasilkan dari penurunan lahan produktif tanpa melakukan evaluasi kesesuaian terhadap rencana tata ruang yang berlaku. Pemerintah Kabupaten Semarang telah menetapkan Peraturan Daerah Nomor 6 Tahun 2023 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043 sebagai acuan dalam pengendalian pemanfaatan ruang yang secara jelas mengatur mengenai arah pengembangan wilayah dalam kurun waktu dua puluh tahun ke depan. Terbatasnya analisis yang membandingkan kondisi aktual dengan rencana tata ruang yang telah ditetapkan menjadi alasan dilakukannya penelitian ini untuk mengukur kesesuaian rencana

tata ruang dengan kondisi aktual sebagai parameter dalam implementasi rencana tata ruang di Kabupaten Semarang.

Keterbaruan penelitian ini berupa evaluasi kesesuaian kondisi tutupan lahan terbangun aktual dengan RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043, yang merupakan regulasi terbaru dan belum dijadikan sebagai rujukan evaluasi dalam penelitian sebelumnya. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, yang melakukan penelitian mengenai identifikasi perubahan lahan dan dampak ekologis yang didapat tanpa melakukan penilaian terhadap tingkat kesesuaian antara kondisi aktual dan RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi area-area yang perkembangannya tidak sesuai dengan arahan yang telah ditetapkan di dalam rencana tata ruang, sehingga mendapatkan temuan yang tidak hanya bernilai akademis tetapi juga relevan secara kebijakan. Dengan demikian, penelitian ini dapat menjadi masukan bagi Pemerintah Kabupaten Semarang dalam upaya pengendalian pemanfaatan ruang dan pengawasan alih fungsi lahan terhadap dinamika perkembangan wilayah yang terjadi di lapangan.

Urgensi penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan terbangun di Kabupaten Semarang dan kesesuaiannya dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043. Penelitian ini diperlukan untuk menjadi temuan mengenai dinamika keruangan yang terjadi dan mengidentifikasi area-area yang tidak sesuai dengan rencana tata ruang yang telah ditetapkan. Selain itu, melalui penelitian ini dapat mengetahui kecenderungan perubahan lahan yang terjadi di Kabupaten Semarang pada tahun 2013, 2023, dan 2025, serta mengukur tingkat kesesuaian tutupan lahan dengan RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043.

1.2 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah diuraikan, permasalahan utama yang terjadi di Kabupaten Semarang yaitu adanya ketimpangan antara perubahan spasial yang ditandai dengan peningkatan lahan terbangun sebesar 3.681,16 hektar pada tahun 2010 hingga 2020 disertai dengan perubahan lahan pertanian dan hutan yang terus berlangsung (Anggraini et al., 2026). Guna mengetahui kecenderungan perubahan lahan tersebut, penelitian ini menganalisis pola perubahan tutupan lahan terbangun dengan menggunakan *Support Vector Machine* (SVM) secara multi-temporal pada periode tahun 2011, 2023, dan 2026. Selanjutnya, dilakukan analisis kesesuaian spasial antara tutupan lahan eksisting dengan RTRW Kabupaten Semarang. Berdasarkan hal tersebut, dirumuskan permasalahan penelitian berupa seberapa

besarkah perubahan lahan dan kesesuaian lahan di Kabupaten Semarang terhadap RTRW Tahun 2023-2043?

1.3 Tujuan dan Sasaran

Tujuan penyusunan penelitian ini, yaitu untuk Evaluasi Perubahan Tutupan Lahan Terbangun Dan Kesesuaian Dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043. Perubahan tutupan lahan dilakukan dengan menggunakan analisis spasial multi-temporal pada tahun 2013, 2023, dan 2025 serta melihat kesesuaian perubahan spasial eksisting dengan Rencana Pola Ruang yang telah diatur di dalam RTRW Kabupaten Semarang 2023-2043, sehingga didapatkan ketidaksesuaian perubahan tutupan lahan berbasis spasial. Adapun sasaran yang ingin dicapai dalam penelitian ini, yaitu:

1. Analisis perubahan tutupan lahan terbangun di Kabupaten Semarang secara multi-temporal pada tahun 2013, 2023, dan 2025 dengan menggunakan metode klasifikasi terbimbing algoritma *Support Vector Mechine* (SVM) guna mengelompokkan kelas-kelas tutupan lahan (lahan terbangun permukiman, lahan terbangun non permukiman, lahan terbuka, vegetasi, dan badan air).
2. Analisis kesesuaian lahan terbangun terhadap rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang.
3. Analisis faktor pendorong perubahan penggunaan lahan terhadap rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043.
4. Evaluasi tutupan lahan terbangun terhadap pola ruang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043.

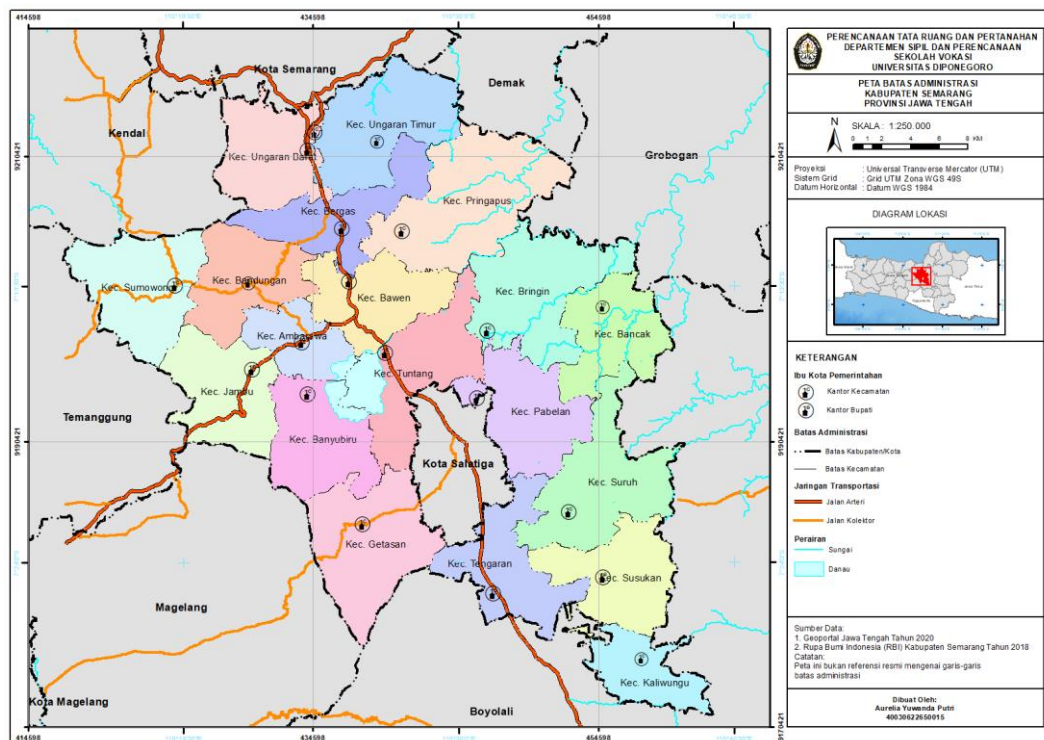
1.4 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam Evaluasi Perubahan Tutupan Lahan Terbangun dan Kesesuaian dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043 terbagi menjadi dua, yaitu ruang lingkup wilayah dan ruang lingkup materi. Ruang lingkup wilayah berisi mengenai batasan lokasi wilayah penelitian. Sedangkan ruang lingkup materi berisi mengenai batasan topik yang akan di bahas di dalam penelitian ini.

1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah

Kabupaten Semarang merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah yang termasuk di dalam Kawasan Metropolitan Kedungsepur dengan pusat pemerintahan di Ungaran. Kabupaten Semarang terletak di antara 110°14'54,75" - 110°39'3" Bujur Timur dan 7°3'57" - 7°30' Lintang Selatan. Kabupaten Semarang memiliki 19 kecamatan, 208 desa dan

27 Kelurahan dengan luas wilayah sebesar 101.837,07 hektar berdasarkan luas pola ruang Kabupaten Semarang yang telah disesuaikan dengan batas administratif. Secara administratif, Kabupaten Semarang pada sebelah utara berbatasan dengan Kota Semarang, sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Boyolali, sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Grobogan, Kabupaten Demak dan Kabupaten Boyolali, serta sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Kendal, Kabupaten Temanggung, dan Kabupaten Magelang (BPS Kabupaten Semarang, 2025). Adapun peta administrasi Kabupaten Semarang dapat dilihat pada gambar 1.1.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar I.1 Peta Administrasi Kabupaten Semarang

Wilayah Kabupaten Semarang sebagian besar berupa dataran tinggi dengan ketinggian rata-rata 574 meter di atas permukaan laut, di mana wilayah dengan elevasi paling tinggi terdapat di Kecamatan Getasan, Kecamatan Bandungan, dan Kecamatan Sumowono (BPS Kabupaten Semarang, 2025). Selain itu, Kabupaten Semarang juga memiliki danau semi-alami berupa Danau Rawa Pening di yang melintasi di Kecamatan Bawen, Kecamatan Ambarawa, Kecamatan Banyubiru, dan Kecamatan Tuntang. Secara administratif, Kabupaten Semarang mengelilingi Kota Salatiga yang terletak di bagian tengah wilayah Kabupaten Semarang.

1.4.2 Ruang Lingkup Materi

Ruang lingkup materi dalam penelitian ini merupakan batasan pembahasan pada topik penelitian “Evaluasi Perubahan Tutupan Lahan Terbangun dan Kesesuaian dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043” yang akan dilakukan. Adapun substansi yang akan dibahas yaitu:

1. Kebijakan Tata Ruang

Kebijakan rencana tata ruang yang digunakan pada penelitian ini yaitu dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Tahun 2023-2043 yang diatur di dalam Peraturan Daerah Kabupaten Semarang Nomor 6 Tahun 2023. RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043 berperan sebagai acuan normatif dalam melakukan analisis kesesuaian perubahan tutupan lahan terbangun dengan rencana pola ruang yang telah di atur. Melalui dokumen tersebut, dapat mengetahui tingkat kesesuaian dan tingkat ketidaksesuaian yang terjadi di Kabupaten Semarang secara eksisting. Kriteria kesesuaian antara tutupan lahan terbangun eksisting dengan rencana pola ruang didasari oleh ketentuan umum zonasi pola ruang RTRW. Ketentuan umum zonasi tersebut berupa:

- Diperbolehkan pengembangan kegiatan usaha industri besar, menengah dan kecil di Kawasan Peruntukkan Industri
- Diperbolehkan terbatas pengembangan kegiatan permukiman, perdagangan, dan jasa serta fasilitas umum untuk memenuhi kebutuhan para pekerja dan kebutuhan industri di Kawasan Peruntukkan Industri
- Diperbolehkan membangun permukiman dengan kepadatan tinggi di kawasan permukiman perkotaan dan permukiman perdesaan
- Diperbolehkan bersyarat untuk mengembangkan industri kecil dengan mempertimbangkan dampak lingkungan dan melakukan pengelolaan lingkungan di kawasan permukiman perkotaan dan perdesaan
- Diperbolehkan terbatas untuk kegiatan industri eksisting yang sudah memiliki izin sebelum ditetapkannya Perda Kabupaten Semarang No. 6 Tahun 2023 tentang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043.

Penelitian ini berfokus kepada evaluasi kesesuaian antara tutupan lahan terbangun eksisting dengan rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043.

2. Analisis Spasial

Analisis spasial yang dilakukan pada penelitian ini berupa:

- Analisis perubahan tutupan lahan terbangun multi-temporal Kabupaten Semarang tahun 2013, 2023, dan 2025 dengan menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM). Melalui metode tersebut, akan menghasilkan lima klasifikasi, yaitu lahan terbuka, lahan terbangun permukiman, lahan terbangun non permukiman, vegetasi, dan badan air. Pertimbangan dalam memisahkan lahan terbangun menjadi dua yaitu disebabkan oleh lahan terbangun yang terdapat di pola ruang RTRW Kabupaten Semarang berupa kawasan permukiman perdesaan, kawasan permukiman perkotaan, kawasan pertahanan dan keamanan, serta kawasan peruntukkan industri. Di mana, tutupan lahan terbangun permukiman disesuaikan untuk kawasan permukiman perdesaan, kawasan permukiman perkotaan, serta kawasan pertahanan dan keamanan. Sementara itu, tutupan lahan terbangun non permukiman disesuaikan untuk kawasan peruntukkan industri.
- Analisis kesesuaian perubahan lahan terbangun tahun 2025 terhadap Rencana Pola Ruang Kabupaten Semarang Tahun 2023 dilakukan dengan melakukan teknik *overlay* antara peta tutupan lahan terbangun dan peta rencana pola ruang Kabupaten Semarang untuk mengetahui tingkat kesesuaian dan tingkat ketidaksesuaian antara tutupan lahan terbangun dengan rencana pola ruang yang telah ditetapkan.
- Analisis faktor pendorong perubahan penggunaan lahan dan ketidaksesuaian terhadap rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043 menggunakan metode *Fuzzy Delphi Method* (FDM) dengan melakukan penyebaran kuesioner berdasarkan faktor-faktor pendorong perubahan penggunaan lahan yang didapatkan melalui kajian beberapa literatur ilmiah.
- Validasi nilai kesesuaian, yang didapatkan melalui perbandingan antara hasil analisis kesesuaian tutupan lahan terbangun dengan rencana dan kondisi aktual di lapangan. Melalui validasi didapatkan nilai ketidaksesuaian antara tutupan lahan 2025 dengan rencana pola ruang yang telah ditetapkan.
- Evaluasi kesesuaian perkembangan lahan terbangun di Kabupaten Semarang dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043 dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat kesesuaian dan penyimpangan pemanfaatan ruang terbangun secara 2025 di Kabupaten Semarang.

3. Validasi dan Akurasi

Validasi hasil kesesuaian perkembangan lahan terbangun dilakukan dengan observasi lapangan di Kabupaten Semarang. Pengambilan titik sampel validasi

menggunakan metode *Stratified Random Sampling* (SRS) dengan rumus *slovin* guna menentukan total sampling yang akan digunakan dalam proses validasi kesesuaian dan ketidaksesuaian perkembangan lahan terbangun di Kabupaten Semarang. Hasil validasi selanjutnya disandingkan dengan peta kesesuaian perkembangan lahan terbangun dengan rencana pola ruang (RTRW) untuk menilai tingkat kesesuaian tutupan lahan terbangun secara aktual dan hasil klasifikasi kesesuaian tutupan lahan terbangun secara spasial.

1.5 Tahapan / Proses

Penelitian ini dilakukan berdasarkan urgensi pemantauan perubahan ruang yang masif, khususnya di Kabupaten Semarang sebagai wilayah penyangga di kawasan metropolitan Kedungsepur yang mengalami tekanan pembangunan cukup tinggi. Pertumbuhan kawasan industri, permukiman dan infrastruktur yang berlangsung secara masif dalam beberapa tahun terakhir yang memiliki potensi untuk terjadi ketidaksesuaian antara tutupan lahan terbangun dengan RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui gambaran mengenai perubahan tutupan lahan terbangun dan mengidentifikasi perubahan yang sesuai atau tidak sesuai dengan dokumen rencana tata ruang yang telah ditetapkan.

Penelitian ini dilakukan dengan melalui beberapa tahapan sistematis yang diawali dengan tahapan persiapan dan tahap pengumpulan data berupa citra satelit Landsat multi-temporal pada periode waktu tahun 2013, 2023, dan 2025, peta administrasi Kabupaten Semarang, dan peta pola ruang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043. Setelah data penelitian terkumpul, dilanjutkan dengan tahap analisis awal, berupa *preprocessing* citra satelit yang meliputi koreksi radiometrik dan atmosferik serta pemotongan citra satelit sesuai dengan batas administrasi Kabupaten Semarang agar data siap untuk dianalisis lebih lanjut. Dilanjutkan dengan tahap klasifikasi tutupan lahan dengan menggunakan metode klasifikasi terbimbing SVM untuk mengidentifikasi dan mengetahui sebaran lahan terbangun pada setiap periode waktu yang dikaji, yang dilanjutkan dengan validasi menggunakan uji akurasi untuk memastikan keakuratan data yang dihasilkan. Untuk mengetahui faktor pendorong terjadinya perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan menggunakan metode *fuzzy delphi*, yaitu metode untuk memecahkan masalah ketidakjelasan dalam konsensus ahli pada pengambilan keputusan.

Melalui hasil perubahan tutupan lahan terbangun pada tahun 2025, dilanjutkan dengan *overlay intersect* peta perubahan tutupan lahan eksisting dan peta pola ruang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043 untuk menilai kesesuaian dan ketidaksesuaian dengan rencana tata

ruang yang telah ditetapkan. Hasil analisis spasial pada tahun 2025 tersebut, dilanjutkan dengan validasi lapangan berupa pengamatan langsung, dokumentasi foto, dan perekaman koordinat melalui aplikasi GPS berdasarkan hasil analisis spasial kesesuaian tutupan lahan terbangun dengan rencana tata ruang untuk mengetahui kondisi aktual di lapangan. Hasil analisis yang telah dilakukan, dilanjutkan dengan penulisan interpretasi untuk mengidentifikasi faktor pendorong terjadinya perubahan tutupan lahan terbangun dan dampak yang dihasilkan terhadap pelaksanaan rencana tata ruang, yang disajikan dalam bentuk laporan penelitian.

1.5.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan langkah awal yang digunakan untuk mendukung kelancaran seluruh proses penelitian. Pada tahap ini, peneliti merancang dan menyusun seluruh kebutuhan data yang diperlukan sebelum tahap pengumpulan data, analisis, dan validasi lapangan dilakukan. Persiapan yang cukup dan terstruktur menjadi kunci setiap tahap penelitian dapat berlangsung secara efektif dan efisien. Dalam penelitian ini, tahapan persiapan terbagi menjadi dua aspek, yaitu persiapan administratif dan persiapan teknis yang dirancang untuk mendukung tujuan penelitian.

Persiapan administratif berupa penyusunan surat perizinan penelitian yang ditujukan kepada instansi pemerintahan yang memiliki kewenangan atas data spasial yang dibutuhkan dalam penelitian. Surat perizinan tersebut berfungsi sebagai dokumen legalitas formal yang menjadi dasar hukum untuk peneliti dalam mengakses, memohon, dan memanfaatkan data resmi pemerintahan untuk keperluan akademik. Tanpa adanya dokumen perizinan yang sah, permohonan data kepada instansi pemerintahan tidak dapat diproses secara resmi, sehingga persiapan dalam mengurus surat perizinan menjadi langkah penting yang harus diselesaikan.

Proses pengurusan surat perizinan dilakukan jauh sebelum proses analisis spasial dilakukan, mengingat proses permohonan data pada tiap instansi memiliki durasi pemrosesan administrasi yang berbeda. Peneliti mengajukan surat permohonan kepada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) Kabupaten Semarang untuk mendapatkan data peta rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043, dan data peta batas administrasi wilayah Kabupaten Semarang. Kedua data tersebut bersifat otoritatif dan tidak dapat digantikan oleh sumber data yang lain, mengingat data rencana pola ruang dan batas administrasi tersebut merupakan acuan resmi yang digunakan dalam proses analisis kesesuaian rencana tata ruang.

Selain persiapan administratif, peneliti juga melakukan persiapan teknis yang berhubungan dengan pengumpulan data sekunder berbasis citra satelit. Pada tahap ini, peneliti

mengunduh data citra satelit Landsat dari *website Earth Explorer USGS*. Penggunaan citra Landsat digunakan karena memiliki rekam jejak perekaman yang panjang dan konsisten lintas waktu, resolusi spasial yang memadai untuk dilakukannya analisis pada skala kabupaten dan dapat diakses secara gratis oleh umum. Proses pengunduhan mencakup beberapa *scene* citra dari periode multi-temporal untuk menggambarkan lokasi perubahan tutupan lahan terbangun.

Dalam proses pengunduhan citra satelit, peneliti melakukan pertimbangan persentase tutupan awan maksimal 30%, musim perekaman yang dilakukan pada musim kemarau (bulan April – Oktober), serta kesesuaian dengan cakupan wilayah Kabupaten Semarang. Citra yang memiliki tutupan awan di atas 30% tidak digunakan dan digantikan dengan citra dari periode terdekat dan kondisi *scene* lebih baik. Pemilihan citra satelit yang berkualitas baik pada tahap persiapan sangat penting untuk dilakukan, karena memiliki pengaruh terhadap akurasi pada proses klasifikasi dan interpretasi tutupan lahan yang dilakukan di tahap analisis.

Persiapan teknis lapangan juga menjadi bagian penting dalam tahap persiapan penelitian, mengingat kegiatan validasi lapangan dan penyebaran kuesioner merupakan prosedur penting untuk memastikan akurasi hasil analisis spasial. Penyebaran kuesioner dilakukan untuk melakukan validasi terkait faktor pendorong perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Semarang. Peneliti menyiapkan kuesioner yang berisi pertanyaan dalam mengidentifikasi faktor pendorong perubahan penggunaan lahan terbangun yang akan di sebarluaskan kepada responden ahli. Peneliti dapat menggunakan *google form* atau kertas yang akan dibagikan kepada responden ahli. Selain menyiapkan kuesioner yang akan dibagikan kepada responden, peneliti juga menyiapkan surat permohonan pengajuan kuesioner yang berasal dari universitas peneliti.

Peneliti menggunakan aplikasi *Avenza Maps* pada gawai yang akan digunakan di lapangan sebagai alat bantu navigasi dan orientasi spasial. Pemilihan *Avenza Maps* disebabkan oleh kemampuannya dalam membaca peta dengan format GeoPDF secara luring tanpa memerlukan koneksi internet, sehingga peneliti dapat mengakses peta kesesuaian tutupan lahan hasil olah spasial secara langsung di lokasi survei dengan keterbatasan sinyal seluler. Peta yang di *input* ke dalam aplikasi *Avenza Maps* disiapkan dalam format GeoPDF dengan sistem koordinat yang sesuai dengan lokasi wilayah Kabupaten Semarang agar dapat terbaca secara akurat oleh perangkat GPS internal gawai. Peta tersebut memuat informasi spasial peta kesesuaian tutupan lahan terbangun hasil *overlay* peta tutupan lahan dengan rencana pola ruang Kabupaten Semarang, sehingga peneliti dapat langsung melakukan validasi kondisi aktual di lapangan dengan informasi yang tersaji di dalam peta. Persiapan peta dalam format yang tepat

sebelum observasi lapangan menjadi syarat teknis yang wajib dipenuhi agar kegiatan validasi lapangan dapat berjalan dengan efisien dan terarah.

Untuk mendukung kegiatan dokumentasi yang dilakukan selama proses validasi lapangan, peneliti juga menggunakan aplikasi *GeoTag* pada perangkat yang sama. Aplikasi tersebut digunakan untuk mendapatkan titik koordinat geografis, tanggal, dan waktu pengambilan secara otomatis pada setiap foto yang didokumentasikan di lapangan, sehingga seluruh dokumentasi foto yang dihasilkan memiliki data spasial yang terverifikasi. Adanya informasi koordinat yang terdapat di dokumentasi lapangan sangat berguna bagi peneliti untuk mengintegrasikan hasil dokumentasi tersebut sebagai data pendukung analisis dan penulisan laporan.

Kolaborasi antara aplikasi *Avenza Maps* sebagai alat navigasi dan *GeoTag* sebagai alat dokumentasi dapat membentuk sistem observasi lapangan yang terstruktur. Kedua aplikasi tersebut menjamin bahwa setiap titik validasi yang dikunjungi dan dilacak secara presisi dan dokumentasi foto dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Penggabungan kedua aplikasi tersebut dalam proses observasi lapangan dapat meminimalkan adanya kesalahan pencatatan lokasi dalam pengaitan foto dengan titik koordinat yang seharusnya, sehingga kualitas data hasil validasi dapat terjaga dengan baik.

Sebagai *output* terakhir dalam tahap persiapan, peta olahan spasial hasil *overlay* antara peta tutupan lahan terbangun dari interpretasi citra periode tahun 2025 dengan peta rencana pola ruang Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043. Peta tersebut digunakan sebagai peta kerja yang digunakan sebagai panduan utama peneliti saat melakukan observasi validasi lapangan, yang secara khusus memandu untuk menuju lokasi-lokasi yang terdeteksi mengalami ketidaksesuaian tutupan lahan dengan rencana pola ruang yang telah disusun. Tersusunnya peta kerja ini menunjukkan tahap persiapan dan seluruh komponen persiapan penelitian telah selesai, sehingga dapat untuk dilanjutkan pada tahap analisis spasial.

1.5.2 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan salah satu tahapan penting dalam penelitian yang dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu pengumpulan data secara sekunder dan pengumpulan data secara primer. Kedua jenis data tersebut berfungsi dalam mendukung analisis perubahan tutupan lahan terbangun di Kabupaten Semarang dan Kesesuaian dengan RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043. Proses yang dilakukan dalam tahap pengumpulan data dirancang secara terstruktur agar data yang didapatkan benar, relevan, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari instansi pemerintahan dan *website* penginderaan jauh. Permohonan data kepada instansi dilakukan untuk mendapatkan data peta rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043, data peta batas administrasi wilayah Kabupaten Semarang. Instansi yang dituju untuk permohonan data tersebut yaitu Dinas Pekerjaan Umum (DPU) Kabupaten Semarang yang memiliki wewenang dalam pengelolaan dokumen perencanaan tata ruang wilayah di Kabupaten Semarang.

Data rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043 dan peta administrasi Kabupaten Semarang digunakan sebagai acuan spasial dalam proses analisis perubahan tutupan lahan dan kesesuaian lahan. Data rencana pola ruang tersebut menjadi basis utama dalam teknik *overlay* untuk mengidentifikasi kesesuaian tutupan lahan aktual dengan dokumen rencana. Format data yang dimohonkan berupa *shapefile* (shp) atau *geodatabase* agar dapat langsung digabungkan di dalam SIG.

Data data sekunder juga didapatkan melalui pengunduhan citra satelit Landsat secara daring melalui *website Earth Explorer* USGS. Citra Landsat yang digunakan mengacu tiga periode waktu dengan jenis citra satelit citra satelit citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS untuk periode tahun 2013 dan 2023, dan citra satelit Landsat 9 untuk periode tahun 2025 untuk melakukan analisis perubahan tutupan lahan terbangun di Kabupaten Semarang secara multitemporal. Pemilihan citra satelit landsat 8 pada tahun 2013 disebabkan oleh adanya kerusakan pada komponen *Scan Line Corrector* (SLC) pada citra satelit Landsat 7 yang menyebabkan adanya data gaps berupa garis-garis diagonal kosong. Selain itu, pemilihan citra satelit pada masing-masing periode waktu juga berdasarkan besaran tutupan awan maksimal 30% dan pengambilan citra pada musim kemarau untuk memastikan kualitas interpretasi tutupan lahan yang optimal.

Data primer yang digunakan di dalam penelitian ini didapatkan melalui kegiatan observasi lapangan dan penyebaran kuesioner yang berfungsi untuk melakukan validasi terhadap hasil olah data spasial. Observasi lapangan dilakukan untuk memastikan kesesuaian antara hasil klasifikasi tutupan lahan terbangun tahun 2025 dari interpretasi citra dengan kondisi aktual di lapangan. Selain itu, observasi lapangan juga dilakukan untuk memastikan ketidaksesuaian peruntukkan lahan yang teridentifikasi berdasarkan olah citra tutupan lahan terbangun dengan rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang. Kegiatan observasi lapangan dilakukan di lokasi-lokasi titik sampel yang telah ditentukan.

Penentuan titik sampel validasi lapangan dilakukan dengan menggunakan metode *Stratified Random Sampling* (SRS), yaitu teknik pengambilan sampel acak yang membagi populasi ke dalam beberapa kelompok yang memiliki karakteristik tertentu. Dalam penelitian ini, SRS dilakukan berdasarkan kelas ketidaksesuaian antara tutupan lahan terbangun tahun 2025 dengan rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang, sehingga setiap zona ketidaksesuaian memiliki sampel yang diambil berdasarkan proporsional dalam proses validasi. Metode tersebut digunakan untuk memastikan bahwa sampel yang diambil mewakili keragaman spasial dari seluruh area yang telah teridentifikasi tidak sesuai dengan rencana tata ruang.

Perhitungan jumlah total titik validasi lapangan dilakukan dengan rumus *Slovin*, yaitu perhitungan titik sampel untuk menentukan sampel minimum dari suatu populasi yang diketahui berdasarkan *margin of error* tertentu. Sampel dengan rumus *slovin* dapat dihitung berdasarkan rumus berikut.

$$n = \frac{N}{1 + N \cdot e^2}$$

Keterangan:

- n = Jumlah sampel yang dibutuhkan
- N = Jumlah total populasi atau unit spasial
- e = nilai *error* yang ditoleransi

Nilai e pada rumus slovin pada umumnya 10% (0,10), namun nilai error dapat dapat diubah berdasarkan tingkat ketelitian yang diinginkan. Semakin rendah nilai error yang digunakan, semakin akurat penelitian dilakukan.

Kegiatan validasi lapangan difokuskan kepada lokasi-lokasi yang hasil olah spasial menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara tutupan lahan terbangun tahun 2025 dengan rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043. Lokasi-lokasi tersebut mencakup kawasan yang seharusnya tidak diperbolehkan untuk dijadikan lahan terbangun di dalam dokumen RTRW namun pada kondisi aktual tetap digunakan sebagai lahan terbangun. Pada setiap titik sampel, peneliti melakukan pendataan dan dokumentasi kondisi aktual lapangan untuk mendukung akurasi analisis spasial yang dilakukan.

Kegiatan penyebaran kuesioner untuk melakukan validasi terkait faktor perubahan penggunaan lahan terbangun di Kabupaten Semarang ditujukan kepada para ahli yang memiliki keahlian pada bidang tata ruang, pertanahan, dan perencanaan wilayah kota. Total responden ahli yang diperlukan di dalam penelitian ini sejumlah 10-15 ahli. Berikut merupakan sasaran

responden ahli pada penyebaran kuesioner metode *fuzzy delphi* berserta pertimbangan alasannya.

1) Kepala Bidang Penataan Ruang DPU Kabupaten Semarang

Melakukan perumusan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), Rencana Detail Tata Ruang (RDTR), dan melakukan analisis mengenai perubahan lahan/alih fungsi lahan yang terjadi apakah sudah sesuai dengan RTRW atau RDTR yang berlaku atau tidak, serta melakukan pemantauan lapangan langsung untuk mendeteksi adanya penyimpangan pemanfaatan lahan.

2) Kepala Bidang Bina Marga DPU Kabupaten Semarang

Memberikan data teknis terkait kondisi aksesibilitas wilayah dan memberikan informasi mengenai pembangunan dan peningkatan jalan.

3) Kepala Bidang pelayanan perizinan Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (DPMPTSP)

Memberikan izin dalam mendirikan bangunan, persetujuan bangunan gedung, izin lokasi, dan izin usaha.

4) Kepala Bidang Penanaman modal Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (DPMPTSP)

Mengetahui realisasi investasi dan pemantauan lapangan kegiatan usaha realisasi investasi.

5) Kepala Bidang perencanaan, pengendalian, dan evaluasi (Bapperida)

Memiliki tugas dalam penyusun Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD), Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD), dan Rencana Kerja Pemerintah Daerah (RKPD).

6) Kepala Bidang ekonomi dan prasarana wilayah (Baperrida)

Melakukan sinkronisasi pemanfaatan lahan agar sesuai dengan rtrw dan rdtr, merencanakan pengembangan kawasan industri, merencanakan pembangunan infrastruktur prioritas

7) Kepala seksi Penataan dan Pemberdayaan (BPN)

Mengurus pertimbangan teknis pertanahan (PTP) untuk izin lokasi

8) Kepala seksi pengendalian dan penanganan sengketa (BPN)

Mengawasi adanya alih fungsi lahan yang tidak sesuai aturan

9) Pelaku usaha logistik dan pergudangan

Mendirikan usaha logistik dan pergudangan yang dekat dengan jalan tol, kawasan industri yang secara langsung dapat mendorong perubahan lahan.

10) Asosiasi Kamar Dagang dan Industri Indonesia (KADIN)

Memberikan perspektif terkait iklim investasi di Kabupaten Semarang, memberikan masukan mengenai kendala dan peluang regulasi yang dapat mempengaruhi keputusan investor untuk melakukan investasi di suatu wilayah.

11) Akademisi

Memiliki bidang keilmuan dan penelitian yang relevan dengan faktor perubahan penggunaan lahan

Responden ahli yang melakukan pengisian kuesioner akan dirahasiakan identitasnya oleh peneliti dan tidak diperbolehkan responden ahli mengetahui satu sama lain dengan tujuan tidak mempengaruhi penilaian yang akan diberikan.

1.5.3 Tahap Analisis

Tahap analisis merupakan tahap inti dari proses penelitian yang bertujuan untuk mengolah seluruh data yang telah didapatkan menjadi informasi spasial yang relevan dan dapat diinterpretasikan secara ilmiah. Penelitian ini melakukan empat tahap rangkaian analisis yang saling berhubungan dan terstruktur, berupa analisis perubahan spasial tutupan lahan terbangun multi-temporal Kabupaten Semarang, analisis identifikasi kesesuaian perubahan tutupan lahan terbangun dengan RTRW Kabupaten Semarang, analisis identifikasi faktor pendorong perubahan penggunaan lahan dan ketidaksesuaian terhadap RTRW, serta validasi nilai kesesuaian perubahan tutupan lahan terbangun secara spasial dengan kondisi aktual di lapangan. Keempat analisis tersebut memanfaatkan SIG dan penginderaan jauh sebagai alat dalam pengolahan data spasial, hingga dapat menghasilkan peta tematik yang menggambarkan perubahan tutupan lahan terbangun di Kabupaten Semarang beserta kesesuaiannya dengan arahan pola ruang yang telah ditetapkan.

1. Analisis Perubahan Tutupan Lahan Multi-temporal Di Kabupaten Semarang

Analisis perubahan tutupan lahan terbangun dilakukan dengan multi-temporal mencakup tiga periode waktu, yaitu tahun 2013, 2023, dan 2025 dengan memanfaatkan citra satelit Landsat yang berbeda-beda sesuai dengan ketersediaan citra pada masing-masing periode. Citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS digunakan untuk periode tahun 2013 dan 2023, dan citra satelit Landsat 9 OLI/TIRS digunakan untuk periode tahun 2025 sebagai data terkini. Pemilihan jenis citra pada periode waktu tersebut berdasarkan pertimbangan

kualitas data citra yang tidak mengalami gangguan data dan konsistensi resolusi spasial sebesar 30 meter agar perbandingan perubahan tutupan lahan pada setiap tahun dapat dilakukan secara rata.

Metode klasifikasi yang digunakan dalam analisis perubahan tutupan lahan adalah *Support Vector Machine* (SVM), yaitu metode klasifikasi yang termasuk kategori klasifikasi terbimbing atau *supervised classification* dengan akurasi penelitian tinggi dalam klasifikasi tutupan lahan berbasis citra penginderaan jauh. SVM bekerja dengan mencari garis atau bidang (*hyperlane*) optimal yang memisahkan setiap kelas tutupan lahan dalam fitur multidimensi berdasarkan *training samples* yang telah ditentukan. SVM mampu mengolah data dengan dimensi tinggi, tahan terhadap *overfitting*, dan kemampuan kerja yang tetap baik meskipun menggunakan jumlah sampel latih yang terbatas.

Penentuan kelas klasifikasi pada metode SVM dibagi menjadi lima kelas, yaitu lahan terbangun permukiman, lahan terbangun non permukiman, vegetasi, badan air, dan lahan terbuka. Penentuan lima kelas klasifikasi disebabkan oleh kebutuhan analisis kesesuaian tutupan lahan terhadap RTRW Kabupaten Semarang yang membedakan pola ruang pada kawasan permukiman, kawasan peruntukkan industri, dan dapat membantu mengidentifikasi bentuk ketidaksesuaian pemanfaatan ruang terbangun secara lebih spesifik. Selain itu, penentuan kelas klasifikasi didasari oleh perbedaan spektral pada citra landsat, sehingga proses klasifikasi SVM dapat menghasilkan akurasi yang mencukupi.

Proses klasifikasi SVM dilakukan pada setiap citra Landsat untuk masing-masing periode tahun untuk menghasilkan peta tutupan lahan terbangun yang selanjutnya dibandingkan secara spasial untuk mengidentifikasi luasan dan sebaran perubahan yang terjadi antara tahun 2013 - 2023 dan 2023 - 2025. Hasil klasifikasi ketiga citra tersebut divisualkan dalam bentuk peta tematik tutupan lahan terbangun dan tabel luasan perubahan yang terjadi pada setiap tahun. Melalui analisis ini, dapat diketahui besaran luasan perubahan tutupan lahan terbangun yang terjadi di Kabupaten Semarang.

Pembatasan penelitian pada tutupan lahan terbangun didasari pada kedudukan lahan terbangun sebagai indikator utama dalam tekanan pembangunan, karena memiliki sifat permanen dan sulit dikembalikan ke fungsi sebelumnya setelah mengalami perubahan. Fokus pada tutupan lahan terbangun juga digunakan untuk melakukan evaluasi kesesuaian terhadap RTRW Kabupaten Semarang, mengingat sebagian besar

penyimpangan pemanfaatan ruang berkaitan langsung dengan perluasan lahan terbangun menuju kawasan yang dilindungi atau dibatasi peruntukannya. Posisi strategis Kabupaten Semarang dalam kawasan metropolitan Kedungsepur dan keberadaan koridor industri Ungaran-Bawen-Bergas-Pringapus juga menyebabkan pertumbuhan lahan terbangun sebagai fenomena spasial yang perlu dikaji di Kabupaten Semarang.

Hasil olah SVM dilanjutkan dengan menghitung nilai akurasi keseluruhan hasil analisis spasial melalui *confusion matrix*. Nilai akurasi yang dihitung berupa *overall accuracy* dan nilai kappa *coefficient* sebagai bentuk standar kesepakatan antara hasil klasifikasi citra dengan kondisi aktual di lapangan. Hasil klasifikasi dinyatakan memenuhi standar apabila nilai *overall accuracy* mencapai minimal 80% dan nilai kappa *coefficient* diatas 0,80. Nilai akurasi yang memenuhi nilai ambang batas tersebut dapat menjadi justifikasi ilmiah bahwa hasil analisis spasial perubahan tutupan lahan pada tahun 2013, 2023, dan 2025 dalam penelitian ini dapat diterima dan dipertanggungjawabkan sebagai temuan yang benar. Namun, apabila hasil akurasi < 80%, maka perlu dilakukan analisis ulang mengenai perubahan tutupan lahan di Kabupaten Semarang.

2. Analisis Kesesuaian Tutupan Lahan Terbangun dengan RTRW Kabupaten Semarang

Analisis kesesuaian tutupan lahan terbangun terhadap RTRW Kabupaten Semarang dilakukan dengan menggunakan metode *overlay*, yaitu metode tumpang tindih layer spasial untuk mendapatkan informasi baru berdasarkan hubungan spasial antar layer yang dianalisis. Layer yang digunakan dalam analisis ini yaitu peta tutupan lahan terbangun klasifikasi tahun 2025 sebagai gambaran kondisi aktual secara spasial dan peta rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang 2023 sebagai acuan normatif pemanfaatan ruang yang telah ditetapkan. Teknik *overlay* dilakukan dengan menggunakan fungsi *intersect* dalam SIG hingga menghasilkan layer baru yang berisi informasi kelas tutupan lahan eksisting dan kelas peruntukkan ruang berdasarkan RTRW pada setiap data spasial.

Penilaian kesesuaian tutupan lahan terbangun dilakukan dengan membandingkan hasil olahan kelas tutupan lahan terbangun tahun 2025 dengan rencana pola ruang RTRW tahun 2023 berdasarkan matriks kesesuaian. Kawasan dengan kelas tutupan lahan terbangun sesuai dengan peruntukkan kawasan terbangun dalam RTRW, seperti kawasan permukiman perkotaan/perdesaan, kawasan peruntukkan industri, serta kawasan pertahanan dan keamanan dikategorikan sesuai dengan rencana. Sebaliknya, kawasan

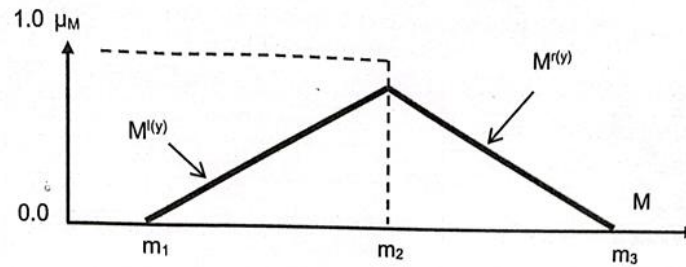
yang secara eksisting telah terbangun bangunan namun dalam RTRW ditetapkan sebagai kawasan non terbangun, seperti kawasan lindung, kawasan pertanian, ruang terbuka hijau (RTH), maupun kawasan rawan bencana masuk dalam kategori tidak sesuai dengan rencana pola ruang.

Hasil pengolahan *overlay* dapat disajikan dalam bentuk peta kesesuaian tutupan lahan terbangun terhadap rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang, dilengkapi dengan tabel luasan pada masing-masing kategori kesesuaian. Peta kesesuaian ini menjadi luaran dalam penelitian yang secara jelas menunjukkan lokasi dan besaran ketidaksesuaian pemanfaatan ruang di Kabupaten Semarang. Identifikasi lokasi ketidaksesuaian tersebut juga berfungsi sebagai dasar penentuan titik lokasi prioritas yang akan dilakukan verifikasi melalui observasi lapangan pada tahap terakhir.

3. Analisis Faktor Pendorong Perubahan Penggunaan Lahan dan Ketidaksesuaian Terhadap RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023

Analisis identifikasi faktor pendorong perubahan penggunaan lahan dan ketidaksesuaian terhadap Rencana Tata Ruang Kabupaten Semarang Tahun 2023 dilakukan dengan menggunakan metode *fuzzy delphi*. Melalui metode tersebut akan diketahui peringkat faktor penyebab perubahan lahan di Kabupaten Semarang berdasarkan jawaban dari responden ahli yang telah dipilih. Faktor pendorong perubahan lahan dapat diakibatkan oleh adanya faktor ekonomi, faktor demografi, faktor kebijakan dan tata kelola, faktor infrastruktur dan aksesibilitas, serta faktor fisik alam dan lingkungan. Penentuan faktor tersebut, responden ahli memberi penilaian dengan skala likert dari 1 – 7, di mana 1 = sangat tidak berpengaruh, 2= tidak berpengaruh, 3= agak tidak berpengaruh, 4= netral, 5= agak berpengaruh, 6= berpengaruh, 7= sangat berpengaruh. Melalui penilaian responden ahli dengan menggunakan skala *likert* tersebut akan diolah menjadi skala *fuzzy*, menentukan nilai threshold, menentukan kesepakatan kelompok ahli, menghitung evaluasi fuzzy, dan menentukan peringkat pada faktor-faktor yang telah dinilai oleh para ahli. Proses analisis data dengan menggunakan *Fuzzy Delphi Method* dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu:

1. Menentukan responden ahli dengan jumlah responden 10 – 15 orang, dengan kepakaran pada setiap ahli yang seragam (Alder & Ziglio, 1996)
2. Pengubahan variabel linguistik ke triangular fuzzy number (TFN), yang diwakili dengan simbol m_1 , m_2 , m_3



Sumber: (Hidayat & Lawahid, 2020)

Gambar I.2 Triangular Nomor Fuzzy

Gambar I.2 menampilkan representasi grafis dari *Triangular Fuzzy Number*, yaitu suatu fungsi keanggotaan berbentuk segitiga yang digunakan untuk memodelkan ketidakpastian suatu nilai dalam teori himpunan fuzzy. Fungsi tersebut dibentuk oleh tiga titik parameter, yaitu m_1 sebagai batas bawah dimana dengan derajat keanggotaan 0,0; m_2 sebagai titik puncak dengan derajat keanggotaan maksimum sebesar 1,0; dan m_3 sebagai batas atas domain dengan derajat keanggotaan kembali 0,0. Derajat keanggotaan meningkat secara linear dari m_1 menuju m_2 , kemudian menurun secara linear dari m_2 menuju m_3 , sehingga membentuk pola segitiga simetris maupun asimetris tergantung jarak antar titik. Nilai m_2 dianggap sebagai nilai yang paling representatif atau paling mungkin terjadi, sedangkan m_1 dan m_3 menunjukkan batas toleransi kemungkinan nilai dengan tingkat keyakinan yang semakin menurun mendekati batas tersebut.

Tabel I.1 Fuzzy Delphi Method Skala Likert 7 Titik

Skala Likert	Skala Fuzzy			Interpretasi Fuzzy
	<i>l (lower)</i>	<i>m (middle)</i>	<i>u (upper)</i>	
7	0,90	1,00	1,00	Sangat Tinggi
6	0,70	0,90	1,00	Tinggi
5	0,50	0,70	0,90	Agak Tinggi
4	0,30	0,50	0,70	Sedang
3	0,10	0,30	0,50	Agak Rendah
2	0,00	0,10	0,30	Rendah
1	0,00	0,00	0,10	Sangat Rendah

Sumber: (Hidayat & Lawahid, 2020)

- Memasukkan / melakukan rekapitulasi nilai skala likert pada setiap responden ahli.

Tabel I.2 Contoh Tabel Rekapitulasi Skala *Likert*

Responden Ahli	Variabel / Pertanyaan	
	1	2
1	7	6
2	4	6
3	5	5
4	7	6
5	7	7

Sumber: Penulis, 2026

- Proses mengubah nilai skala likert ke skala *fuzzy* dan proses mendapatkan nilai m_1 , m_2 , dan m_3

Tabel I.3 Contoh Tabel Skala *Likert* ke Skala *Fuzzy*

Responden Ahli	Variabel / Pertanyaan					
	1			2		
	<i>l</i> (lower)	<i>m</i> (middle)	<i>u</i> (upper)	<i>l</i> (lower)	<i>m</i> (middle)	<i>u</i> (upper)
1	0,9	1	1	0,7	0,9	1
2	0,3	0,5	0,7	0,7	0,9	1
3	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9
4	0,9	1	1	0,7	0,9	1
5	0,9	1	1	0,9	1	1
Rata-Rata	0,7	0,84	0,92	0,7	0,88	0,98
	m1	m2	m3	m1	m2	m3

Sumber: (Hidayat & Lawahid, 2020)

Keterangan:

- Nilai m_1 didapatkan melalui perhitungan rata-rata nilai *fuzzy* pada kolom 1 (lower)
- Nilai m_2 didapatkan melalui perhitungan rata-rata nilai *fuzzy* pada kolom m (middle)
- Nilai m_3 didapatkan melalui perhitungan rata-rata nilai *fuzzy* pada kolom u (upper)
- Nilai n_1 didapatkan melalui nilai *fuzzy* pada responden pertama pada kolom 1 (lower)

- Nilai n_2 didapatkan melalui nilai *fuzzy* pada responden pertama pada kolom m (*middle*)
- Nilai n_3 didapatkan melalui nilai *fuzzy* pada responden pertama pada kolom u (*upper*)

5. Proses *defuzzifikasi*

- a. Menentukan jarak diantara dua nomor *fuzzy* dengan nilai *threshold* (d)

$$d(\bar{m}\bar{n}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(m1 - n1)^2 + (m2 - n2)^2 + (m3 - n3)^2]}$$

Nilai *threshold* (d) ≤ 0.2 , maka dapat dikatakan telah terjadi kesepakatan diantara para ahli. Apabila nilai *threshold* lebih dari 0,2 maka variabel tersebut tidak diikutsertakan dalam analisis selanjutnya, dikarenakan belum mencapai kesepakatan yang dapat dipertanggungjawabkan secara akademik.

Tabel I.4 Contoh Perhitungan Nilai *Threshold* (d) dalam Metode *Fuzzy Delphi*

Responden Ahli	Variabel / Pertanyaan	
	1	2
1	0,20	0,03
2	0,48	0,03
3	0,19	0,26
4	0,20	0,03
5	0,20	0,14
Nilai d total	2,52	1,22
Nilai d kosntruk	0,21	0,10

Sumber: (Hidayat & Lawahid, 2020)

- b. Menentukan kesepakatan kelompok ahli harus $\geq 75\%$ untuk setiap konstruk. Apabila nilai tersebut tidak terpenuhi, maka konstruk tersebut perlu dibuang atau putaran kedua perlu dilakukan.

Tabel I.5 Contoh Perhitungan Peratus Metode *Fuzzy Delphi*

Responden Ahli	Variabel / Pertanyaan	
	1	2
1	0,20	0,03
2	0,48	0,03
3	0,19	0,26

Responden Ahli	Variabel / Pertanyaan	
	1	2
4	0,20	0,03
5	0,20	0,14
Nilai $d \leq 0,2$	4	4
Peratus Setiap Variabel $d \leq 0,2$	$= (4/5) * 100\%$ =80%	$= (4/5) * 100\%$ =80%

Sumber: (Hidayat & Lawahid, 2020)

- c. Proses defuzzifikasi menggunakan *average of fuzzy number* ($\alpha - cut$) memiliki tujuan untuk menentukan peringkat pada setiap variabel, konstruk, atau indikator. Proses tersebut dihitung dengan menggunakan rumus:

$$A_{max} = \frac{1}{3} \times (m1 + m2 + m3)$$

$$A_{max} = \frac{1}{4} \times (m1 + m2 + m3)$$

$$A_{max} = \frac{1}{6} \times (m1 + m2 + m3)$$

Nilai ($\alpha - cut$) kurang dari 0,5 maka item ditolak dan menunjukkan kesepakatan ahli menolak butir soal tersebut (Hidayat & Lawahid, 2020).

Tabel I.6 Contoh Perhitungan Skor atau Urutan Variabel dalam Metode *Fuzzy Delphi*

Responden Ahli	Variabel / Pertanyaan					
	1			2		
	l	m	u	l	m	u
1	0,9	1	1	0,7	0,9	1
2	0,3	0,5	0,7	0,7	0,9	1
3	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9
4	0,9	1	1	0,7	0,9	1
5	0,9	1	1	0,9	1	1
Rata-Rata	0,7	0,84	0,92	0,7	0,88	0,98
	m1	m2	m3	m1	m2	m3
Skor Fuzzy (A)	0,82			0,85		
Urutan / Peringkat	2			1		

Sumber: (Hidayat & Lawahid, 2020)

4. Validasi Nilai Kesesuaian Perubahan Tutupan Lahan Terbangun Secara Spasial dengan Kondisi Aktual di Lapangan

Validasi lapangan dilakukan sebagai tahap akhir dari analisis yang dilakukan untuk mengonfirmasi hasil pengolahan data spasial, terkhusus terkait identifikasi ketidaksesuaian antara tutupan lahan terbangun tahun 2025 dengan rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang yang dilakukan melalui olah data *overlay*. Kegiatan validasi dilakukan secara langsung di lapangan dengan mengunjungi titik-titik sampel validasi yang telah ditentukan dengan menggunakan metode SRS berdasarkan rumus slovin. Setiap titik yang divalidasi, dicatat koordinat titik melalui aplikasi *Avenza Map* dan didokumentasikan kondisi aktual di lapangan melalui aplikasi *GeoTag* sebagai bukti kegiatan validasi lapangan.

Pada setiap titik sampel yang telah ditentukan, pengamatan langsung mengenai kondisi fisik tutupan lahan aktual dibandingkan dengan hasil klasifikasi olah data citra Landsat tahun 2025 secara spasial dan peruntukannya yang telah ditetapkan di dalam rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang. Data hasil observasi lapangan dicatat di dalam aplikasi *Avenza Map* yang telah disediakan, mencakup informasi titik koordinat, dokumentasi foto aktual, kelas peruntukkan dalam RTRW, dan status sesuai tidak sesuai peruntukkan. Titik-titik validasi lapangan terdapat di lokasi yang sesuai dan tidak sesuai dengan peruntukkan di RTRW, seperti kawasan terbangun yang berada di zona lindung hingga area permukiman yang berkembang di kawasan pertanian.

1.5.4 Output

Tahap *output* merupakan tahap terakhir dari proses penelitian yang menghasilkan produk berupa peta tematik, nilai akurasi, dan dokumentasi lapangan sebagai bukti konkret pelaksanaan proses analisis yang telah dilakukan. *Output* yang dihasilkan dalam penelitian ini mencakup lima produk yang saling berkaitan dan menjawab tujuan penelitian mengenai Evaluasi Perubahan Tutupan Lahan Terbangun Dan Kesesuaian Dengan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043. Setiap *output* disajikan secara sistematis sesuai dengan penulisan ilmiah agar dapat digunakan sebagai referensi oleh pemangku kepentingan dalam perencanaan dan pengendalian pemanfaatan ruang di Kabupaten Semarang. *Output* yang dihasilkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Peta Perubahan Tutupan Lahan Terbangun Multi-Temporal Kabupaten Semarang Tahun 2013, 2023, dan 2025

Peta perubahan tutupan lahan multi-temporal merupakan hasil luaran yang didapatkan melalui proses klasifikasi citra Landsat menggunakan metode SVM pada empat periode waktu, yaitu tahun 2013, 2023, dan 2025. Peta perubahan tutupan lahan menyajikan informasi spasial mengenai sebaran dan luasan tutupan lahan terbangun di Kabupaten Semarang pada masing-masing periode waktu tahun pengamatan. Sehingga perubahan yang terjadi dari tahun 2013 hingga tahun 2025 dapat teridentifikasi secara gambar maupun secara kuantitatif. Setiap lembar peta dilengkapi dengan unsur-unsur kartografi, meliputi judul peta, legenda, skala, orientasi arah utara, system koordinat, sumber data, dan informasi tahun pembuatan untuk memenuhi standar pemetaan yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Peta multi-temporal tersebut disajikan dalam empat lembar peta yang masing-masing menampilkan kondisi tutupan lahan terbangun pada empat periode waktu pengamatan dengan menggunakan system klasifikasi dan simbolisasi warna yang seragam agar perbandingan visual antar periode tahun dapat dilakukan dengan mudah. Kelas tutupan lahan yang ditampilkan dalam peta mencakup Kawasan terbangun dan Kawasan non terbangun dengan perbedaan warna kontras untuk memudahkan saat proses interpretasi perubahan spasial. Peta juga dilengkapi dengan table rekapitulasi luasan tutupan lahan terbangun pada setiap periode pengamatan beserta besaran persentase perubahan yang terjadi, sehingga diketahui besaran pertumbuhan Kawasan terbangun di Kabupaten Semarang.

Melalui hasil perhitungan tersebut, informasi perubahan luasan pada empat periode pengamatan disajikan dalam bentuk diagram batang untuk memvisualkan laju pertumbuhan tutupan lahan terbangun. Kombinasi penyajian data dalam bentuk peta, tabel, dan grafik menjadi jenis luaran pertama yang menggambarkan perkembangan spasial Kawasan terbangun di Kabupaten Semarang dalam kurun waktu 25 tahun.

2. Peta Evaluasi Kesesuaian Tutupan Lahan Terbangun Tahun Dengan Rencana Pola Ruang

Peta kesesuaian tutupan lahan terbangun tahun 2025 terhadap rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043 merupakan *output* kedua dalam penelitian ini. Peta kesesuaian ini mengetahui permasalahan mengenai besaran perkembangan lahan terbangun di Kabupaten Semarang yang telah sesuai dengan arahan rencana yang telah

ditetapkan di dalam RTRW Kabupaten Semarang. Peta tersebut disajikan melalui metode *overlay intersect* antara peta tutupan lahan terbangun hasil klasifikasi tahun 2025 dengan peta rencana pola ruang RTRW Tahun 2023, sehingga menghasilkan layer spasial baru yang berisi informasi status kesesuaian pada setiap lokasi di wilayah Kabupaten Semarang. Kelas ketidaksesuaian yang ditampilkan di dalam peta terdiri atas dua kategori, yaitu sesuai dan tidak sesuai yang dibedakan melalui simbolisasi warna kontras untuk mudah dilakukan interpretasi.

Kawasan yang masuk dalam kategori sesuai yaitu tutupan lahan terbangun terletak pada kawasan budidaya terbangun sesuai yang telah ditetapkan di dalam RTRW, seperti kawasan permukiman, kawasan perdagangan dan jasa, maupun kawasan industri. Sedangkan, kawasan yang masuk dalam kategori tidak sesuai yaitu tutupan lahan terbangun yang terletak pada kawasan lindung, seperti kawasan hutan lindung, ruang terbuka hijau, dan kawasan rawan bencana. Perubahan spasial kedua kategori tersebut divisualkan melalui peta agar identifikasi lokasi-lokasi prioritas pengendalian pemanfaatan ruang dapat dilakukan dengan mudah.

Peta kesesuaian tersebut dilengkapi dengan tabel rekapitulasi luasan pada masing-masing kategori kesesuaian dan ketidaksesuaian beserta persentase terhadap total luas kawasan terbangun di Kabupaten Semarang Tahun 2025. Informasi tersebut disajikan berdasarkan batas wilayah administratif kecamatan agar diketahui kecamatan-kecamatan yang mengalami ketidaksesuaian tertinggi sebagai bahan masukan bagi pemerintah daerah dalam pengendalian tata ruang. Peta kesesuaian tersebut menjadi acuan dalam penentuan titik validasi lapangan dan dokumen ilmiah yang dapat digunakan sebagai rekomendasi kebijakan pengendalian pemanfaatan ruang di Kabupaten Semarang.

3. Peringkat Faktor Pendorong Perubahan Penggunaan Lahan

Peringkat digunakan untuk mengukur tingkat kontribusi pada setiap variabel yang digunakan dalam menentukan faktor perubahan penggunaan lahan. Nilai tersebut dihitung berdasarkan penilaian para responden ahli. Melalui pertanyaan dari kuesioner mengenai faktor pendorong, seperti faktor ekonomi, faktor demografi, faktor kebijakan dan tata kelola, faktor infrastruktur dan aksesibilitas, serta faktor fisik alam dan lingkungan, akan diketahui faktor utama yang mendorong kegiatan perubahan penggunaan lahan terbangun di Kabupaten Semarang.

4. Nilai Kesesuaian Olah Data Spasial Dengan Kondisi Eksisting Di Lapangan dan Akurasi Perubahan Tutupan Lahan

Nilai kesesuaian olah data spasial dengan kondisi eksisting di lapangan didapatkan melalui proses validasi antara hasil analisis *overlay* peta tutupan lahan terbangun tahun 2025 dengan rencana pola ruang terhadap kondisi aktual yang ditemukan pada saat observasi lapangan. Nilai kesesuaian tersebut dihitung berdasarkan perbandingan antara status kesesuaian yang didapatkan melalui analisis spasial SIG dengan kondisi aktual tutupan lahan yang ditemui di titik-titik sampel validasi. Sehingga dapat menghasilkan besaran yang menunjukkan tingkat kesesuaian hasil analisis yang telah dilakukan. Perhitungan nilai kesesuaian tersebut dilakukan dengan menghitung rumus:

$$\frac{\text{Luas Lahan Sesuai atau Tidak Sesuai}}{\text{Luas Total Klasifikasi Pola Ruang}}$$

Nilai akurasi analisis perubahan tutupan lahan yang disajikan dalam bentuk tabel *confusion matrix* yang berisi rincian jumlah titik sampel pada setiap kelas kesesuaian antara data spasial dan kondisi aktual di lapangan, dilengkapi dengan nilai *overall accuracy*, koefisien kappa, dan akurasi pada setiap kelas kesesuaian. Perhitungan tersebut dilakukan dengan menggunakan rumus:

Tabel I.7 Tabel Confusion Matrix

		Lapangan		Total Baris
		Sesuai	Tidak Sesuai	
Klasifikasi	Sesuai	a	b	a+b
	Tidak Sesuai	c	d	c+d
Total Kolom		a+c	b+d	N

Rumus *Overall Accuracy*

$$P_0 = \frac{a + d}{N}$$

Rumus *Expected Agreement*

$$P_e = \frac{(a + b)(a + c) + (c + d)(b + d)}{N^2}$$

Rumus Koefisien Kappa

$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e}$$

Keterangan:

a = Titik yang diklasifikasikan sesuai dan di lapangan sesuai
 b = Titik yang diklasifikasikan sesuai tetapi di lapangan tidak sesuai
 c = Titik yang diklasifikasi tidak sesuai tetapi di lapangan sesuai
 d = Titik yang diklasifikasi tidak sesuai dan di lapangan sesuai
 N = Total seluruh titik sampel
 P_0 = *Overall Accuracy*
 P_e = *Expected Agreement*
 K = Koefisien Kappa

Tabel I.8 Parameter Koefisien Kappa

Nilai K	Keeratan Kesepakatan
< 0,20	Sangat lemah
0,21 – 0,40	Lemah
0,41 – 0,60	Cukup
0,61 – 0,80	Kuat
0,81 – 1,00	Sangat kuat

Sumber: (Landis & Koch, 1977)

Nilai-nilai akurasi tersebut, dijelaskan secara deskriptif untuk menjelaskan dampak dari hasil analisis spasial terhadap penelitian yang dilakukan. Nilai akurasi yang memenuhi ambang batas, peta penelitian dapat dinyatakan benar dan layak untuk dijadikan sebagai perumusan rekomendasi kebijakan penataan ruang di Kabupaten Semarang.

5. Dokumentasi Validasi Lapangan

Dokumentasi validasi lapangan merupakan bukti pelaksanaan observasi lapangan serta sumber data pendukung dalam proses verifikasi hasil analisis spasial. Dokumentasi tersebut terdiri dari tiga komponen yang saling melengkapi, yaitu dokumentasi foto kondisi tutupan lahan eksisting pada setiap titik sampel, catatan observasi lapangan, dan data koordinat lokasi yang didapatkan melalui aplikasi *Avenza Maps* dan *GeoTag*. Ketiga komponen tersebut dikumpulkan secara runtut agar titik sampel dapat diverifikasi kembali apabila diperlukan dalam proses pelaporan atau desimiasi hasil penelitian.

Dokumentasi berupa foto dilakukan dengan mengambil gambar kondisi tutupan lahan terbangun aktual pada setiap sampel dari berbagai sudut pandang untuk mendapatkan informasi visual mengenai jenis, intensitas, dan karakteristik fisik tutupan lahan terbangun yang ditemui. Masing-masing foto dilengkapi dengan informasi koordinat lokasi, tanggal pengambilan, deskripsi singkat kondisi tutupan lahan, kelas peruntukkan dalam RTRW,

dan status kesesuaian berdasarkan analisis spasial. Catatan observasi lapangan disusun di dalam aplikasi *Avenza Map* yang telah disiapkan, mencakup informasi yang dibutuhkan dalam proses validasi dan penyusunan *confusion matrix*. Keseluruhan dokumentasi validasi lapangan disusun untuk menjadi lampiran resmi laporan penelitian yang berfungsi sebagai bukti pelaksanaan penelitian lapangan dan arsip yang dapat digunakan untuk keperluan penelitian lanjutan di masa yang akan datang.

1.6 Metode dan Hasil Akhir

Metode dan hasil akhir menjelaskan mengenai langkah penelitian yang digunakan untuk menunjang keberhasilan tujuan dan luaran dari Evaluasi Perubahan Tutupan Lahan Terbangun dan Kesesuaiannya Terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043. Subbab ini membahas mengenai kebutuhan data penelitian, metode atau teknik analisis, serta luaran yang didapatkan.

1.6.1 Kebutuhan Data

Pelaksanaan penelitian analisis pola perubahan tutupan lahan dan kesesuaian terhadap RTRW Kabupaten Semarang, ketersediaan data yang relevan, dan benar merupakan komponen utama dalam menentukan kualitas hasil analisis. Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data spasial yang didapatkan dari berbagai sumber, seperti DPU Kabupaten Semarang, *website* penyedia citra satelit Landsat, *website* Badan Pusat Statistik, dan *website* resmi Badan Informasi Geospasial. Seluruh data spasial yang telah dikumpulkan diproses melalui SIG untuk mendukung proses identifikasi pola perubahan tutupan lahan dan penilaian kesesuaian pemanfaatan ruang di Kabupaten Semarang. Pemilihan data berdasarkan kesesuaian skala, resolusi, serta cakupan temporal yang mampu menggambarkan arah perkembangan kawasan terbangun secara komprehensif. Rincian kebutuhan data yang diperlukan dalam penelitian ini disajikan pada tabel berikut.

Tabel I.9 Kebutuhan Data Penelitian

No.	Nama Data	Bentuk Data	Jenis Data	Teknik Pengumpulan Data	Sumber Data
1.	Batas administrasi Desa Kabupaten Semarang	<i>Shapfile</i>	Sekunder	Permohonan Data	DPU Kabupaten Semarang
2.	Citra Satelit Landsat 8 OLI/TIRS (2013 & 2023)	<i>GeoTIFF</i>	Sekunder	Pengunduhan Data	<i>USGS Earth Explorer</i>

No.	Nama Data	Bentuk Data	Jenis Data	Teknik Pengumpulan Data	Sumber Data
3.	Citra Satelit Landsat 9 OLI/TIRS (2025)	<i>GeoTIFF</i>	Sekunder	Pengunduhan Data	<i>USGS Earth Explorer</i>
4.	Rencana Pola Ruang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023	<i>Shapfile / Geodatabase</i>	Sekunder	Permohonan Data	DPU Kabupaten Semarang

Sumber: Penulis, 2025

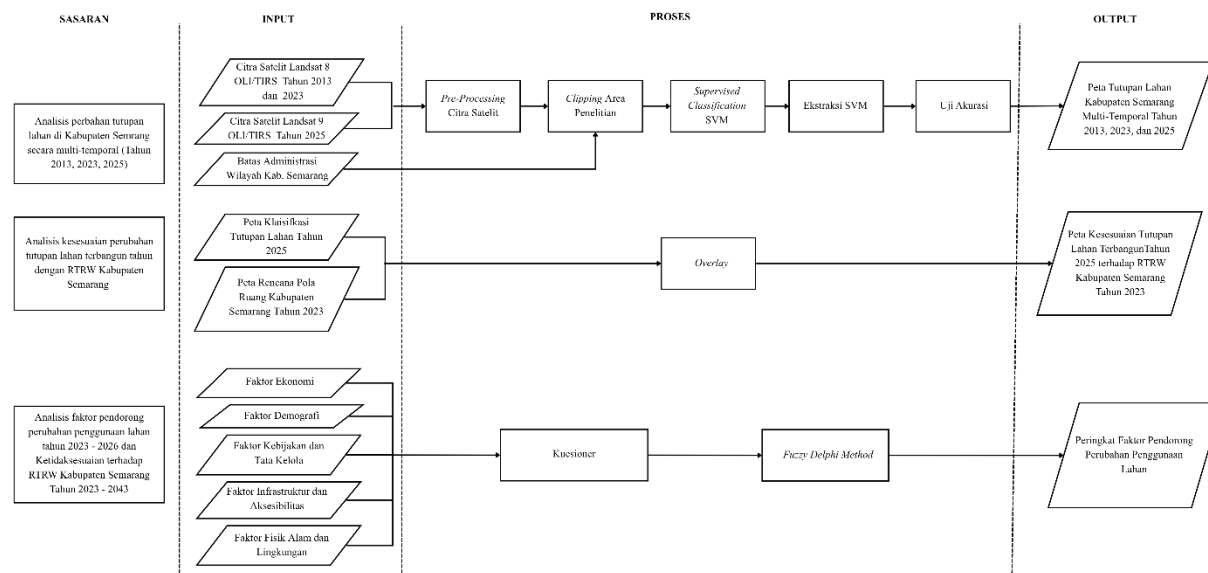
Tabel kebutuhan data di atas merupakan rincian data yang dibutuhkan di dalam penelitian. Data tersebut membutuhkan dua teknik pengumpulan, yaitu permohonan data kepada instansi dan unduh data melalui *website*. Data citra satelit Landsat yang digunakan memiliki tiga sensor yang berbeda, yaitu Landsat 8 OLI/TIRS untuk tahun 2013 dan 2023, serta Landsat 9 OLI/TIRS untuk tahun 2025. Data citra satelit Landsat diunduh melalui *website* *USGS Earth Explorer* dengan format *GeoTIFF*. Pemilihan jenis sensor Landsat yang berbeda pada setiap periode pengamatan disebabkan oleh pertimbangan ketersediaan data citra, khususnya pada tahun 2013 yang tidak menggunakan citra satelit Landsat 7 ETM+ karena mengalami kerusakan SLC, sehingga menyebabkan adanya gap data yang mengganggu pada saat proses klasifikasi.

Adapun data batas administrasi Kabupaten Semarang dan peta rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023 yang didapatkan melalui permohonan data resmi kepada Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Semarang sebagai instansi yang memiliki wewenang dalam pengelolaan dokumen perencanaan tata ruang wilayah. Data batas administrasi yang dimohonkan dalam format *shapefile*, sedangkan data rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang dimohonkan dalam format *shapefile* atau *geodatabase* yang keduanya dapat langsung diolah di dalam SIG untuk keperluan analisis. Data batas administrasi dan peta rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang berperan sebagai acuan normatif spasial yang menjadi komponen utama pada saat analisis kesesuaian tutupan lahan terbangun tahun 2025 terhadap arahan penataan ruang yang telah ditetapkan di dalam RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043.

1.6.2 Teknik Analisis

Teknik analisis yang digunakan di dalam penelitian ini merupakan gabungan metode penginderaan jauh dan SIG yang diterapkan secara bertahap untuk menjawab tujuan penelitian secara komprehensif. Tahap analisis, diawali dengan *pre-processing* citra satelit Landsat multi-

temporal seperti koreksi radiometrik dan atmosferik, dilanjutkan dengan *clipping* area penelitian sesuai dengan batas administrasi Kabupaten Semarang. Klasifikasi tutupan lahan terbangun menggunakan metode SVM dan identifikasi faktor pendorong perubahan penggunaan lahan menggunakan metode *fuzzy delphi* pada ketiga periode waktu pengamatan. Guna memberikan gambaran lebih jelas mengenai alur penelitian, proses analisis divisualisasikan melalui diagram alir penelitian pada gambar 1.3 sebagai berikut.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar I.3 Diagram Alir Proses Analisis Penelitian

Melalui diagram alir penelitian di atas, analisis dilakukan untuk memenuhi tiga sasaran penelitian yang dilakukan dengan komponen *input*, *proses*, dan *output* yang saling berkaitan. Pada sasaran pertama, yaitu analisis perubahan tutupan lahan terbangun secara multi-temporal pada periode tahun 2013, 2023, dan 2025. Input yang digunakan pada sasaran ini berupa citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS untuk tahun 2013 dan 2023, serta citra satelit Landsat 9 OLI/TIRS untuk tahun 2025, serta data batas administrasi wilayah Kabupaten Semarang. Seluruh citra satelit pada tahap proses, diawali dengan *pre-processing* berupa koreksi radiometrik dengan menyesuaikan posisi citra dengan koordinat bumi di Kabupaten Semarang yaitu WGS 1984 UTM 49S, koreksi radiometrik, *cloud masking*, *composite band*, dan *clipping* area sesuai dengan batas administrasi Kabupaten Semarang. Setelah tahap *pre-processing* dilakukan, dilanjutkan dengan melakukan klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) algoritma SVM untuk membuat *training sample* pada kelas tutupan lahan terbangun permukiman, lahan terbangun non permukiman, badan air, vegetasi, dan tanah terbuka. Hasil dari klasifikasi tersebut diekstraksi pada kelas lahan terbangun dengan mengubah data raster menjadi vektor

(*polygon*) untuk menghitung luas penggunaan lahan terbangun dan dilanjutkan perbandingan antara olahan peta pada tahun 2013, 2023, dan 2025 untuk mengetahui besaran perubahan tutupan lahan yang terjadi. Proses akhir berupa perhitungan uji akurasi dengan menggunakan metode *confusion matrix*, *overall accuracy*, dan koefisien kappa. Hasil dari proses analisis tersebut yaitu peta perubahan tutupan lahan terbangun pada periode tahun 2013, 2023, dan 2025. Dengan hasil klasifikasi tahun 2013 dan tahun 2025 digunakan sebagai bahan dalam analisis kesesuaian tutupan lahan terbangun dengan rencana tata ruang pada sasaran dua dan tiga.

Pada sasaran kedua, yaitu analisis kesesuaian perubahan tutupan lahan terbangun tahun 2025 terhadap RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023. *Input* yang digunakan dalam proses sasaran ini yaitu peta hasil klasifikasi tutupan lahan terbangun tahun 2025 dan peta rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023. Kedua layer tersebut diolah menggunakan metode *overlay intersect* atau tumpang tindih layer peta dengan menggabungkan informasi kondisi tutupan lahan tahun 2025 dengan peta rencana pola ruang tahun 2023 di tentukan dengan arahan peruntukkan ruang dalam satu layer analisis. *Output* yang didapatkan melalui proses tersebut yaitu peta evaluasi kesesuaian tutupan lahan terbangun terhadap RTRW Kabupaten Semarang Tahun dan tingkat kesesuaiannya terhadap RTRW.

Pada sasaran ketiga, yaitu analisis faktor pendorong perubahan penggunaan lahan tahun 2023 – 2025 dan ketidaksesuaian terhadap rencana pola ruang RTRW Kabupaten Semarang Tahun 2023-2043. *Input* yang digunakan di dalam analisis ini yaitu pertanyaan yang akan dimasukkan di dalam kuesioner, seperti faktor ekonomi, faktor demografi, faktor kebijakan dan tata kelola, faktor infrastruktur dan aksesibilitas, dan faktor fisik alam dan lingkungan. Langkah awal berupa penyusunan pertanyaan yang akan dimasukkan di dalam kuesioner berdasarkan artikel. Langkah kedua berupa pembuatan kuesioner dengan skala likert 1 – 7, dimana 1 = sangat tidak berpengaruh, dan 7 = sangat berpengaruh. Selanjutnya setelah mendapatkan nilai dari jawaban responden ahli, nilai skala *likert* diubah menjadi skala fuzzy. Langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan *threshold* dengan nilai $(d) \leq 0.2$, menghitung kesepakatan kelompok ahli dengan nilai $\geq 75\%$, menghitung evaluasi fuzzy, dan menentukan peringkat pada butir soal yang telah diajukan. *Output* yang didapatkan dari sasaran ketiga yaitu peringkat atau urutan faktor pendorong perubahan penggunaan Kabupaten Semarang Tahun 2023-2025.

1.6.3 Luaran Penelitian

Penelitian ini memiliki tiga luaran penelitian yang saling berkesinambungan dan ditujukan untuk menjawab tujuan serta sasaran penelitian.

1. Peta perubahan tutupan lahan multi-temporal tahun 2013, 2023, dan 2025 di Kabupaten Semarang untuk mengetahui luasan perubahan penggunaan lahan terbangun yang terjadi di Kabupaten Semarang dalam kurun waktu 12 tahun berdasarkan klasifikasi penggunaan lahan menggunakan metode SVM.
2. Peta evaluasi kesesuaian tutupan lahan terbangun tahun 2025 terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Semarang Tahun 2023 untuk menilai ketidaksesuaian tutupan lahan terbangun di Kabupaten Semarang dengan peraturan daerah Kabupaten Semarang berdasarkan hasil analisis spasial.
3. Peringkat faktor pendorong utama perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Semarang Tahun 2023 - 2025.