

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan populasi global yang tinggi, ditambah dengan urbanisasi yang masif, memberikan tekanan yang luar biasa pada daya dukung permukiman, yaitu batas maksimum populasi yang dapat didukung oleh suatu lingkungan tanpa menyebabkan degradasi permanen (Litasari & Munibah, 2022). Ketika lahan yang layak huni dan produktif semakin menyusut akibat ekspansi perkotaan yang tak terkendali, daya dukung ini menurun secara drastis (Magiswari & Hidayati, 2024). Pada tahun 2008 untuk pertama kalinya dalam sejarah pertumbuhan penduduk perkotaan secara global melebihi jumlah penduduk kawasan pedesaan, diperkirakan pada tahun 2050, 2/3 penduduk dunia akan tinggal di daerah perkotaan (United Nation (PBB), 2019). Dimana saat ini setengah dari masyarakat dunia yang tinggal di kawasan perkotaan bertumbuh 73 juta jiwa setiap tahunnya, dan 70% pemasukan dari PDB di dunia berasal dari tumbuhnya wilayah perkotaan (United Nation (PBB), 2019).

Pertumbuhan ekonomi yang pesat dan fenomena urbanisasi seringkali menjadi pendorong pertumbuhan wilayah perkotaan, yang mengubah lahan pertanian menjadi area permukiman (Noda dkk., 2017). Pertumbuhan penduduk yang cepat di daerah perkotaan meningkatkan kebutuhan lahan permukiman dan perkembangan fasilitas umum, di beberapa wilayah, alihfungsi lahan pertanian menjadi permukiman menjadi masalah serius yang mengancam keberlanjutan pertanian dan ketahanan pangan (Baja dkk., 2019). Banyaknya alih fungsi lahan yang terjadi, model *Cellular Automata (CA)* menjadi salah satu teknik analisis yang telah terbukti efektif dalam mensimulasikan perubahan penggunaan lahan (Difanty & Supriatna, 2021). Dalam mensimulasikan perubahan lahan itu sendiri, MOLUSCE (*Modules for Land Use Change Evaluation*) menjadi salah satu alat yang dapat memanfaatkan data spasial dengan algoritmanya untuk mengestimasi perubahan penggunaan lahan berdasarkan data spasial temporal dan faktor pendorong (Saheb Ettabaâ dkk., 2006a).

Kabupaten Kulon Progo yang terletak di bagian barat Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) menjadikan Kabupaten Kulon Progo sebagai gerbang yang menghubungkan DIY dengan pusat-pusat ekonomi daerah. Posisi Geostrategis Kabupaten Kulon Progo memangkas jarak dan memungkinkan aksesibilitas yang lebih baik dalam perdagangan dan hubungan antarwilayah. Dalam rencananya, Kabupaten Kulon Progo

mengadopsi konsep kawasan aerotropolis, hal ini tercetus dalam RPJMD Kabupaten Kulon Progo tahun 2025-2045. Pembangunan Yogyakarta International Airport (YIA) di Kabupaten Kulon Progo menjadi penggerak konsep model perkotaan aerotropolis, dilain sisi konsep ini menyebabkan perubahan signifikan dalam pemanfaatan lahan dan pola permukiman, pembangunan tersebut menyebabkan alihfungsi lahan pertanian menjadi kawasan permukiman perkotaan yang menimbulkan kekhawatiran terhadap pembangunan berkelanjutan (Syaifuddin dkk., 2021). Kawasan aerotropolis adalah konsep wilayah perkotaan yang infrastruktur, perputaran ekonomi, dan perencanaan wilayahnya terpusat disekitar bandara. Konsep ini mengubah fungsi utama bandara menjadi kawasan multifungsional yang mendorong pertumbuhan ekonomi yang menarik minat bisnis seperti pergudangan, real estate, dan pariwisata (Syaifuddin dkk., 2021). Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Chee, 2019; Kasarda & Chen, 2021) Kuala Lumpur International Airport (KLIA) dan Incheon International Airport (ICN) dapat dijadikan contoh bagaimana konsep kawasan aerotropolis menjadi katalis pertumbuhan ekonomi dan perubahan bentuk perkotaan menjadi kawasan ekonomi yang bersaing, tanpa merubah fungsi kawasan yang sudah ada.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Litasari & Munibah, 2022), telah terjadi alihfungsi lahan sawah menjadi lahan terbangun pada periode tahun 2015 – 2020 di Kabupaten Kulon Progo. Keadaan ini diperparah dengan adanya rencana jalan tol Solo-Yogyakarta-Kulon Progo dan berkembangnya Kawasan Peruntukan Industri (KPI) Sentolo. Pertumbuhan penduduk yang pesat, dengan ketersediaan lahan yang terbatas menyebabkan semakin tingginya kepadatan penduduk di Kabupaten Kulon Progo, dilain sisi rumah menjadi kebutuhan primer dan dianggap penting karena memiliki dampak langsung pada kualitas hidup dan kesejahteraan pada tiap individu. Hal ini menyebabkan tingginya kebutuhan akan lahan permukiman, jika tidak diantisipasi, ketimpangan antara pertumbuhan permukiman dan daya dukung lahan berpotensi memicu tingginya alihfungsi lahan pertanian di Kabupaten Kulon Progo. Mengingat mayoritas penduduk di Kabupaten Kulon Progo bekerja sebagai petani dan sektor pertanian adalah bagian yang tidak terpisahkan dari masyarakat Kabupaten Kulon Progo, diperlukan pengelolaan lahan dan perencanaan tata ruang yang baik. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi masukan bagi Pemerintah Daerah Kulon Progo dalam proses pengambilan keputusan terkait arah pembangunan dan penataan ruang permukiman di masa depan.

1.2 Rumusan Permasalahan

Alih fungsi lahan pertanian menjadi permukiman merupakan isu krusial di Kabupaten Kulon Progo, terutama pasca pembangunan Bandara Internasional Yogyakarta yang memacu pertumbuhan wilayah. Tekanan pembangunan yang semakin menggerus lahan pertanian memunculkan permasalahan terkait batas kemampuan wilayah untuk mendukung kebutuhan permukiman di masa depan. Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis dan estimasi daya dukung lahan permukiman di Kabupaten Kulon Progo pada tahun 2034 ditengah laju pembangunan yang tinggi. Diharapkan, penelitian ini dapat menjadi masukan bagi Pemerintah Kabupaten Kulon Progo dalam merencanakan ruang permukiman di masa mendatang.

1.3 Tujuan dan Sasaran

Tujuan dan sasaran telah ditentukan penulis sebagai keluaran dalam penelitian berdasarkan judul tugas akhir. Berikut adalah tujuan dan sasaran yang telah ditentukan.

1.3.1 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi daya dukung lahan bagi pengembangan permukiman di Kabupaten Kulon Progo sebagai respons terhadap tekanan pembangunan wilayah, melalui pendekatan pemodelan spasial dan analisis kemampuan lahan. Hasil analisis tersebut digunakan untuk menentukan rekomendasi lahan permukiman yang sesuai.

1.3.2 Sasaran

1. Identifikasi tutupan lahan di Kabupaten Kulon Progo tahun 2014, 2019, dan 2024.
2. Mengestimasi lahan permukiman di Kabupaten Kulon Progo pada tahun 2034 dengan simulasi *Cellular Automata-Artificial Neural Network* (CA-ANN).
3. Menganalisis kemampuan lahan di Kabupaten Kulon Progo dengan Satuan Kemampuan Lahan (SKL).
4. Mengestimasi daya dukung lahan permukiman Kabupaten Kulon Progo di tahun 2034.
5. Merumuskan rekomendasi lahan peruntukan permukiman di Kabupaten Kulon Progo.

1.4 Ruang Lingkup

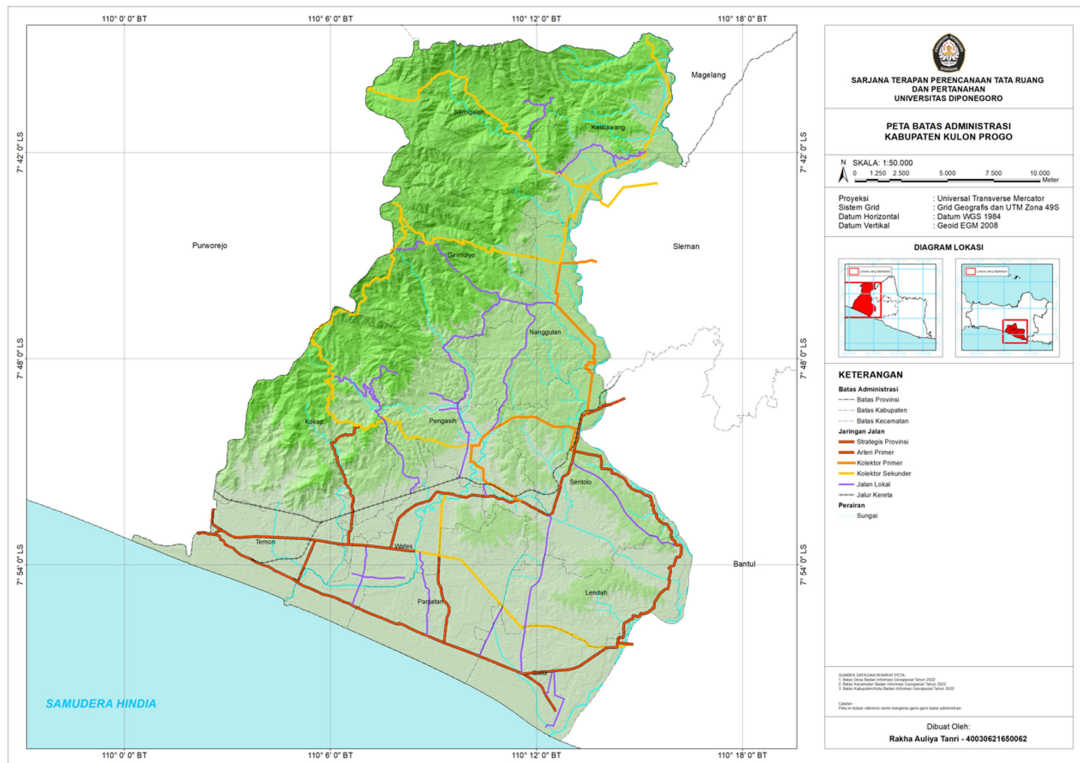
Ruang lingkup penelitian ini terbagi menjadi dua yakni ruang lingkup materi dan wilayah, penjelasan mengenai wilayah penelitian dan batasan penelitian akan dijelaskan sebagai berikut.

1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah

Kabupaten Kulon Progo merupakan salah satu kabupaten di Daerah Istimewa Yogyakarta yang terletak di bagian barat dengan ibukota Kabupaten di Kota Wates. Terdiri dari 12 Kapanewon dan 87 Kalurahan, luas wilayah Kabupaten Kulon Progo adalah $586,28 \text{ km}^2$. Batas-batas administrasi Kabupaten Kulon Progo adalah sebagai berikut:

- a. Bagian Utara berbatasan dengan Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah.
- b. Bagian Timur berbatasan dengan Kabupaten Bantul dan Sleman.
- c. Bagian Selatan berbatasan dengan Samudra Hindia.
- d. Bagian Barat berbatasan dengan Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah.

Secara astronomis, Kabupaten Kulon Progo terletak di antara $7^{\circ}38'30'' - 7^{\circ}58'3''$ lintang selatan dan $110^{\circ}1'37'' - 110^{\circ}16'26''$ bujur timur. Letak geografis Kabupaten Kulon Progo menjadi strategis dan menguntungkan. Penelitian ini berfokus di Kabupaten Kulon Progo sebagai lokasi studi, menimbang permasalahan alihfungsi lahan pertanian menjadi lahan terbangun serta adanya rencana konsep kota aerotropolis yang kedepannya akan diterapkan.



Sumber: Hasil Analisis, 2025

Gambar 1. 1 Batas Administrasi Kabupaten Kulon Progo

1.4.2 Ruang Lingkup Materi

Penelitian ini membatasi kajian pada empat aspek utama. Pembatasan materi ini dilakukan agar fokus pada parameter fisik dan spasial, dengan rincian sebagai berikut:

1. Identifikasi Tutupan Lahan tahun 2014, 2019, dan 2024 diklasifikasi secara digital menggunakan metode *Supervised Classification*/Klasifikasi terbimbing menggunakan citra satelit Landsat 8 (*Band 2*, *Band 3*, dan *Band 4*). Akuisisi citra satelit untuk tahun 2014, 2019, dan 2024 dilakukan secara seragam pada periode musim kemarau. Pemilihan periode akuisisi tahun citra ini bertujuan untuk meminimalisir tutupan awan serta menjaga konsistensi rona spektral objek antar tahun, sehingga potensi bias dan kesalahan dalam proses klasifikasi penggunaan lahan dapat diminimalisir. Citra tahun 2014 bulan akuisisi pada bulan Februari, citra tahun 2019 bulan akuisisi pada bulan Mei, citra tahun 2024 bulan akuisisi pada bulan Juli.
2. Jenis tutupan lahan diklasifikasikan menjadi 5 yaitu, Badan Air, Hutan, Permukiman, Sawah, dan Tegal/Ladang. Klasifikasi ini disesuaikan dengan resolusi spasial yang dimiliki oleh Citra Landsat 8 OLI/TIRS. Generalisasi kelas ini

dilakukan untuk meminimalisir ambiguitas spektral (*spectral confusion*) antar-objek yang memiliki karakteristik rona serupa, sehingga akurasi interpretasi tetap terjaga. Hasil klasifikasi tutupan lahan kemudian diuji menggunakan uji akurasi *overall accuracy* dan koefisien KAPPA.

3. Estimasi Lahan Permukiman tahun 2034 disimulasikan menggunakan model *Cellular Automata* dengan *driving factor*/faktor pendorong. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Cellular Automata - Artificial Neural Network (CA-ANN)*. Pemilihan metode ini didasarkan pada kemampuan ANN dalam memodelkan hubungan yang kompleks antara perubahan tutupan lahan dengan variabel pendorongnya, yang seringkali tidak dapat ditangkap oleh metode seperti *Logistic Regression (LR)*. Selain itu, berbeda dengan metode *Weight of Evidence (WoE)* yang memerlukan intervensi subjektif ahli dalam penentuan bobot, ANN menggunakan pendekatan *data-driven* yang secara otomatis mempelajari transisi melalui proses pembelajaran (*training*) data historis, sehingga meminimalisir bias dalam penentuan faktor penentu perubahan lahan. Faktor pendorong yang digunakan diantaranya:

- a. Jaringan Jalan, jaringan jalan yang digunakan dilihat berdasarkan fungsi jalannya. Fungsi jaringan jalan yang digunakan antara lain, Jalan Strategis Provinsi, Arteri Primer, Kolektor Primer, Kolektor Sekunder, dan Jalan Lokal.
- b. Fasilitas Umum, fasilitas umum yang digunakan untuk faktor pendorong diantaranya adalah Perdagangan dan Jasa, Peribadatan, Pertahanan dan Keamanan, Rekreasi dan Olahraga, dan Transportasi.
- c. Lahan Permukiman Eksisting.

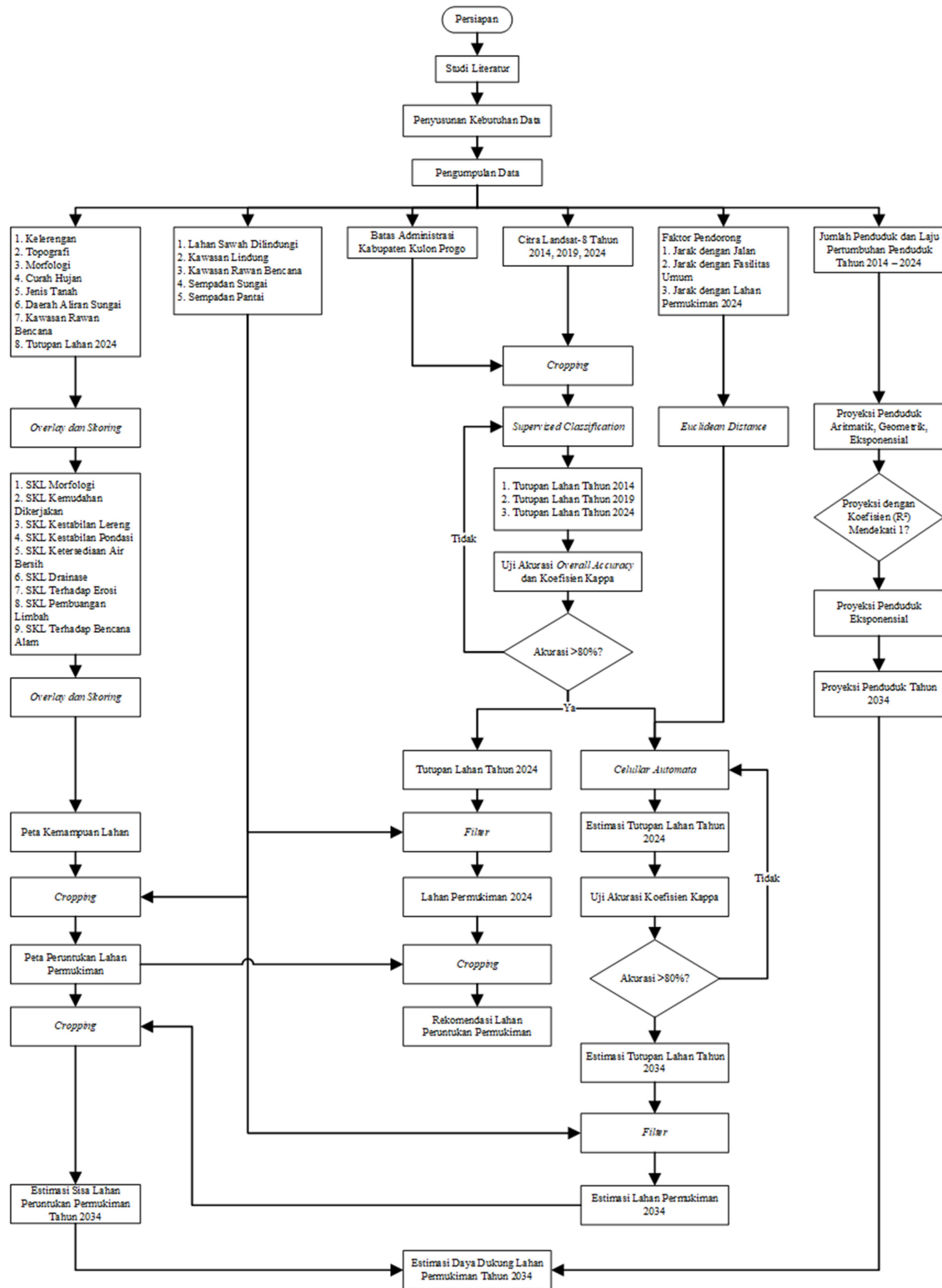
Faktor pendorong diatas didasarkan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 41/PRT/M/2007, dimana disebutkan bahwa permukiman harus berada dekat dengan jalan, berada dekat dengan kawasan permukiman eksisting, dan ketersediaan fasilitas umum.

4. Analisis kemampuan lahan dilakukan dengan berdasarkan Satuan Kemampuan Lahan menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 20/PRT/M/2007. Untuk menghasilkan peta kemampuan lahan, dilakukan skoring terhadap sembilan unit kemampuan lahan (SKL), yang meliputi SKL Morfologi, SKL Kemudahan Dikerjakan, SKL Kestabilan Lereng, SKL Kestabilan Pondasi, SKL Ketersediaan Air Bersih, SKL Kemampuan Drainase, SKL Terhadap Erosi, serta SKL Terhadap

Bencana Alam. Hasil dari overlay kesembilan parameter ini kemudian digunakan untuk menentukan kemampuan lahan di Kabupaten Kulon Progo.

5. Estimasi Daya Dukung Permukiman dilakukan dengan perhitungan daya dukung permukiman berdasarkan Pedoman Penentuan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup tahun 2014. Dimana, digunakan variabel proyeksi jumlah penduduk tahun 2034 dengan sisa lahan yang tersedia pada tahun 2034, yang sesuai dengan kriteria lahan peruntukan permukiman serta kemampuan lahannya.
6. Analisis lahan peruntukan permukiman didasarkan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 41/PRT/M/2007. Kriteria dari peraturan tersebut diterapkan dengan menggunakan variabel-variabel, yang diantaranya adalah pengecualian terhadap lahan sawah dilindungi (LSD), fungsi kawasan lindung, wilayah rawan bencana, serta wilayah sempadan sungai dan pantai. Analisis ini juga mempertimbangkan lahan dengan topografi datar hingga bergelombang dimana kelerengan berkisar diantara 0-25%, berada di dekat permukiman eksisting, dan memiliki akses ke prasarana jalan.

1.5 Tahapan/Proses



Sumber: Hasil Analisis, 2025

Gambar 1. 2 Flowchart Tahapan/Proses

Penelitian dimulai dengan persiapan data spasial di mana batas administrasi Kabupaten Kulon Progo ditetapkan sebagai wilayah studi dan citra Landsat 8 tahun 2014, 2019, dan 2024 dikumpulkan. Citra dipotong sesuai dengan batas wilayah, kemudian dilakukan digitasi dengan *supervised classification*/klasifikasi terbimbing untuk mengidentifikasi klasifikasi tutupan lahan. Setelah itu, dilakukan uji akurasi *overall accuracy* dan Koefisien Kappa untuk memastikan akurasi tutupan lahan sebagai dasar analisis selanjutnya. Kemudian, hasil estimasi lahan permukiman dengan model *cellular automata* di *overlay* dengan kriteria Satuan Kemampuan Lahan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 20/PRT/M/2007 untuk mengestimasi daya dukung lahan permukiman. Analisis tersebut membandingkan estimasi kebutuhan dengan kemampuan lahan yang tersedia, sehingga dapat diidentifikasi kawasan peruntukan permukiman. Dengan hasil akhirnya, penelitian ini menghasilkan peta rekomendasi peruntukan lahan permukiman yang selanjutnya diharapkan dapat menjadi masukan dalam pengambilan kebijakan Pemerintah Kabupaten Kulon Progo dalam mengambil kebijakan, dan merencanakan ruang permukiman di masa mendatang.

1.5.1 Tahap Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data dilakukan sebagai basis pengolahan data dan analisis, beberapa metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer yang dilakukan dalam penelitian ini melibatkan observasi lapangan, observasi lapangan ialah metode pengumpulan data secara langsung dengan melihat objek atau fenomena yang terjadi. Metode ini digunakan untuk memvalidasi dalam pengujian akurasi digitasi tutupan lahan, dengan metode ini diharapkan analisis spasial yang dilakukan mendapatkan hasil yang akurat.

b. Pengumpulan Data Sekunder

Selain pengumpulan data primer, juga dilakukan pengumpulan data sekunder. Artinya, data yang dikumpulkan bukan diperoleh dari peneliti melainkan dari sumber-sumber yang sudah ada sebelumnya. Sumber ini berasal dari dokumen resmi seperti RPJMD, Peraturan Pemerintah, Undang-undang, karya tulis ilmiah, atau data yang sudah diperoleh sebelumnya oleh pihak lain. Berikut pada **Tabel 1. 1** berisi mengenai data yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini:

Tabel 1. 1 Data yang Digunakan

No.	Variabel	Nama Data	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber Data	Teknik Pengumpulan Data	Tahun Data
1.	Batas Administrasi	Batas Administrasi Kabupaten Kulon Progo	Sekunder	Shapefile	DPTR Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta	Unduh Data	2022
2.	Citra Satelit	Citra Landsat 8	Sekunder	Citra Satelit	USGS	Unduh Data	2014, 2019, 2024
3.	Satuan Kemampuan Lahan (SKL)	Morfologi	Sekunder	Shapefile	DPTR Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta	Permohonan Data dan Unduh Data	2023
		Topografi					
		Kelerengan					
		Curah Hujan					
		Daerah Aliran Sungai					
		Jenis Tanah					
		Rawan Bencana					
4.	Penduduk	Jumlah Penduduk Kabupaten Kulon Progo	Sekunder	Numerik	BPS Kabupaten Kulon Progo	Unduh Data	2015 - 2024
		Pertumbuhan Penduduk Kabupaten Kulon Progo					
5.	Lahan Sawah Dilindungi	LSD Kabupaten Kulon Progo	Sekunder	Shapefile	DPTR Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta	Permohonan Data	2023
6.	Penggunaan Lahan	Penggunaan Lahan Kabupaten Kulon Progo	Sekunder	Shapefile	DPTR Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta	Permohonan Data	2023

No.	Variabel	Nama Data	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber Data	Teknik Pengumpulan Data	Tahun Data
7.	Kawasan Sempadan	Garis Sempadan Sungai	Sekunder	Shapefile	DPTR Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta	Permohonan Data	2023
		Garis Sempadan Pantai					
8.	Kawasan Lindung	Kawasan Lindung	Sekunder	Shapefile	DPTR Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta	Permohonan Data	2023

Sumber: Hasil Analisis, 2025

1.6 Metode dan Hasil Akhir

Penelitian ini menggunakan beberapa metode dan alat bantu analisis untuk menghasilkan keluaran yang sesuai, berikut merupakan penjelasan dari metode dan hasil akhir penelitian yang akan diuraikan secara sistematis kedalam beberapa bagian.

1.6.1 Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan teknik analisis spasial untuk mengestimasi daya dukung dan luas lahan permukiman pada tahun 2034 di Kabupaten Kulon Progo. Pertama, dilakukan identifikasi dan klasifikasi tutupan lahan periode tahun 2014, 2019, dan 2024 yang diuji akurasi menggunakan metode *Overall Accuracy* dan Koefisien Kappa. Selanjutnya, estimasi lahan permukiman tahun 2034 disimulasikan dengan model *Cellular Automata (CA)* melalui modul MOLUSCE di QGIS. Model ini menggabungkan citra tutupan lahan *multi-temporal* dan faktor pendorong seperti jarak ke jalan, fasilitas umum, dan area terbangun menggunakan perhitungan *tools Euclidean Distance* didalam software ArcGIS untuk memperkirakan perubahan tutupan lahan berdasarkan jarak. Selanjutnya analisis satuan kemampuan lahan dilakukan untuk melihat lahan potensial untuk permukiman berdasarkan kelas kemampuan lahannya. Kemudian, estimasi daya dukung permukiman dianalisis dengan mengombinasikan hasil estimasi lahan permukiman pada tahun 2034 dengan model CA dan proyeksi penduduk metode eksponensial. Setelah dilihat kemampuan daya dukung lahan permukiman pada

tahun 2034, dirumuskan rekomendasi lahan peruntukan permukiman berdasarkan kriteria peruntukan permukiman dan kelas kemampuan lahannya.

1.6.2 Teknik Analisis

Pada tahapan ini, setelah data diolah selanjutnya dilakukan penyajian data dan analisis. Adapun beberapa teknik analisis yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir, diantaranya:

a. Identifikasi Tutupan Lahan

Dalam mengidentifikasi tutupan lahan, digunakan metode *supervised classification*/klasifikasi terbimbing. Klasifikasi tutupan lahan sendiri bergantung pada data yang digunakan seperti, resolusi citra, band yang dipakai, distorsi pada citra, sehingga tidak semua algoritma optimal dan sama untuk digunakan dalam mengklasifikasikan tutupan lahan. Dalam penelitian ini diidentifikasi Tutupan Lahan pada tahun 2014, 2019, dan 2024 menggunakan citra satelit Landsat 8 (*Band 2*, *Band 3*, dan *Band 4*). Jenis tutupan lahan diklasifikasikan menjadi 5 yaitu, Badan Air, Hutan, Permukiman, Sawah, dan Tegalan/Ladang.

b. Uji Akurasi Tutupan Lahan

Setelah dilakukan klasifikasi tutupan lahan, dilakukan uji akurasi untuk memperkuat hasil klasifikasi dengan tutupan lahan pada tahun klasifikasi. Uji akurasi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan 2 metode, diantaranya adalah *overall accuracy* dan *kappa coefficient*. Dengan menggunakan metode *overall accuracy* dan *kappa coefficient* dapat diperoleh indikator akurasi dan kesalahan pada hasil klasifikasi (Wafdan, 2020).

Dalam uji akurasi yang dilakukan, digunakan 75 titik sampel untuk menguji akurasi klasifikasi tutupan lahan, sampel ini ditentukan dan didistribusikan setiap titiknya secara acak menggunakan *tools create accuracy assessment points* dalam ArcGIS. Hasil uji akurasi kemudian dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan kualitas dan tingkat akurasi, berikut pada **Tabel 1. 2** menyajikan nilai kualitas uji akurasi.

Tabel 1. 2 Nilai Kualitas Uji Akurasi

Akurasi	Nilai Koefisien Kappa	Nilai Overall Accuracy
Buruk	<0,2	<20 %
Cukup	0,21-0,40	21 – 40%
Menengah	0,41-0,60	41 – 60%
Baik	0,61-0,80	61 – 80%

Sangat Baik	0,81-1,00	81 – 100%
-------------	-----------	-----------

Sumber: (Miranda dkk., 2018)

c. Estimasi Lahan Permukiman dengan *Cellular Automata*

Analisis CA dalam penelitian ini menggunakan Modul MOLUSCE (*Modules for Land Use Change Simulation*) dengan algoritma *Celullar Automata Artificial Neural Network* (CA-ANN). Modul MOLUSCE dalam QGIS adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan metode CA-ANN dalam simulasi perubahan penggunaan lahan. Modul MOLUSCE memerlukan data raster multi-temporal untuk bisa mensimulasikan perubahan penggunaan lahan yang terjadi (Isinkaralar dkk., 2022). Pemilihan metode ini didasarkan pada kemampuan ANN dalam memodelkan hubungan yang kompleks antara perubahan tutupan lahan dengan variabel pendorongnya, yang seringkali tidak dapat ditangkap oleh metode seperti *Logistic Regression* (LR). Selain itu, berbeda dengan metode *Weight of Evidence* (WoE) yang memerlukan intervensi subjektif ahli dalam penentuan bobot, ANN menggunakan pendekatan *data-driven* yang secara otomatis mempelajari transisi melalui proses pembelajaran (*training*) data historis, sehingga meminimalisir bias dalam penentuan faktor penentu perubahan lahan. Modul ini juga perlu faktor pendorong/*driving factors* untuk mensimulasikan perkembangan tutupan lahan, variabel seperti jarak dengan jalan, fasilitas umum, dan jarak dengan permukiman eksisting diikutsertakan sebagai faktor pendorong yang mempengaruhi perubahan tutupan lahan. Faktor pendorong tersebut kemudian ditentukan jaraknya berdasarkan piksel terdekat menggunakan tools *eucledian distance* yang ada di dalam software ArcGIS. Faktor – faktor ini diikutsertakan berdasarkan justifikasi dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 41/PRT/M/2007, berikut pada **Tabel 1. 3** menyajikan justifikasi faktor pendorong yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 1. 3 Justifikasi Faktor Pendorong

Faktor Pendorong	Metode	Justifikasi
Jarak dengan Jalan	<i>Euclidean Distance</i> dari Jaringan Jalan	Dalam poin 4.4 bagian B nomor 3, “Kawasan peruntukan permukiman harus memiliki prasarana jalan”
Jarak dengan Permukiman Eksisting	<i>Euclidean Distance</i> dari Permukiman Eksisting	Dalam poin 4.4 bagian A nomor 1, “Sebagai lingkungan tempat tinggal dan tempat kegiatan yang mendukung penghidupan masyarakat sekaligus menciptakan

Faktor Pendorong	Metode	Justifikasi
		interaksi sosial”
Jarak dengan Fasilitas Umum	<i>Euclidean Distance</i> dari Titik Fasilitas Pendidikan, Pasar, Fasilitas Kesehatan, Fasilitas Perdagangan dan Jasa, Fasilitas Keagamaan, dan Transportasi Umum	Dalam poin 4.4 bagian B nomor 3 dan 4, “Kawasan peruntukan permukiman harus didukung oleh ketersediaan fasilitas umum (Pasar, Pusat Perdagangan dan Jasa, Perkantoran, Fasilitas Kesehatan, Fasilitas Pendidikan, Fasilitas Keagamaan, dan terjangkau oleh Sarana Transportasi Umum”

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 41/PRT/M/2007

d. Analisis Kemampuan Lahan

Analisis ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran tingkat kemampuan suatu lahan untuk dikembangkan, yang selanjutnya dijadikan salah satu variabel dalam penentuan lahan peruntukan permukiman. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 20/PRT/M/2007 terdapat 9 SKL (Satuan Kemampuan Lahan), diantaranya SKL Morfologi, SKL Kemudahan Dikerjakan, SKL Kestabilan Lereng, SKL Kestabilan Pondasi, SKL Ketersediaan Air Bersih, SKL Drainase, SKL Terhadap Erosi, SKL Pembuangan Limbah, dan SKL Terhadap Bencana Alam yang kemudian diklasifikasikan kemampuan lahannya dibagi menjadi 5 kelas. Untuk dapat menghasilkan 9 SKL tersebut, digunakan data morfologi, topografi, kelerengan, curah hujan, jenis tanah, tutupan lahan, dan kawasan rawan bencana. Selanjutnya, dalam menentukan klasifikasi kemampuan lahan, dilakukan overlay dari 9 SKL tersebut. Berikut pada **Tabel 1. 4** menyajikan kelas klasifikasi kemampuan lahan.

Tabel 1. 4 Klasifikasi Kemampuan Lahan

Klasifikasi	Keterangan	Total Nilai
Kelas A	Kemampuan Pengembangan Sangat Rendah	32 – 58
Kelas B	Kemampuan Pengembangan Rendah	59 – 83
Kelas C	Kemampuan Pengembangan Sedang	84 – 109
Kelas D	Kemampuan Pengembangan Agak Tinggi	110 – 134
Kelas E	Kemampuan Pengembangan Sangat Tinggi	135 – 160

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 20/PRT/M/2007

e. Analisis Daya Dukung Permukiman

Setelah dilakukan analisis CA dan analisis kemampuan lahan, dilanjutkan untuk analisis daya dukung permukiman dengan variabel demografi. Faktor demografi menjadi

peran utama dalam menilai daya dukung permukiman, selain jumlah penduduk variabel pertumbuhan penduduk menjadi penting untuk melihat seberapa besar lahan permukiman nantinya dan seberapa layak suatu lahan untuk ditempati. Pada penelitian ini digunakan proyeksi penduduk dengan metode Eksponensial. Metode Eksponensial menggambarkan penambahan penduduk yang terjadi secara sedikit-sedikit sepanjang tahun, berbeda dengan metode geometrik yang mengasumsikan penambahan penduduk hanya terjadi pada satu saat selama kurun waktu tertentu. Formula yang digunakan adalah:

$$P_t = P_0 e^{rt} \quad \text{dengan} \quad r = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{P_t}{P_0} \right)$$

Dimana:

P_t = Jumlah penduduk pada tahun t

P_0 = Jumlah penduduk pada tahun dasar

r = Laju pertumbuhan penduduk

t = Periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam Tahun)

e = Bilangan pokok dari sistem logaritma natural (ln) yang besarnya adalah 2,7182818

Setelah dilakukan proyeksi penduduk, adapun formula untuk menentukan daya dukung permukiman berdasarkan Pedoman Penentuan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup tahun 2014 sebagai berikut:

$$DDPm = \frac{\left(\frac{LPm}{JP} \right)}{\alpha}$$

Dimana:

$DDPm$ = Daya Dukung Permukiman

LPm = Luas Permukiman (m^2)

JP = Jumlah Penduduk (Jiwa)

α = Koefisien luas kebutuhan ruang (m^2 /kapita) $26m^2$ /jiwa

f. Rekomendasi Lahan Peruntukan Permukiman

Setelah dilakukan analisis daya dukung permukiman, kemampuan lahan, dan estimasi perkembangan permukiman pada tahun 2034, dilakukan proses eliminasi terhadap kemampuan lahan, area-area yang tidak memenuhi kriteria kelayakan peruntukan lahan permukiman. Rekomendasi lahan peruntukan permukiman didasari oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 41/PRT/M/2007, kriteria dari peraturan tersebut diterapkan dengan menggunakan variabel-variabel, yang diantaranya adalah pengecualian terhadap lahan sawah dilindungi (LSD), fungsi kawasan lindung, wilayah rawan bencana, serta

wilayah sempadan sungai dan pantai. Analisis ini juga mempertimbangkan lahan dengan topografi datar hingga bergelombang dimana kelerengan berkisar diantara 0-25%, berada di dekat permukiman eksisting, dan memiliki akses ke prasarana jalan. Berikut pada **Tabel 1. 5** menyajikan kriteria kawasan peruntukan permukiman.

Tabel 1. 5 Kriteria Kawasan Peruntukan Permukiman

Kriteria Kawasan Peruntukan Permukiman	Justifikasi
Ketersediaan Jaringan Jalan	Dalam poin 4.4 bagian B nomor 3, “Kawasan peruntukan permukiman harus memiliki prasarana jalan”
Berada Dekat Dengan Kawasan Permukiman Eksisting	Dalam poin 4.4 bagian A nomor 1, “Sebagai lingkungan tempat tinggal dan tempat kegiatan yang mendukung penghidupan masyarakat sekaligus menciptakan interaksi sosial”
Ketersediaan Fasilitas Umum	Dalam poin 4.4 bagian B nomor 3 dan 4, “Kawasan peruntukan permukiman harus didukung oleh ketersediaan fasilitas umum (Pasar, Pusat Perdagangan dan Jasa, Perkantoran, Fasilitas Kesehatan, Fasilitas Pendidikan, Fasilitas Keagamaan, dan terjangkau oleh Sarana Transportasi Umum”
Diluar Fungsi Kawasan Lindung	Dalam Poin 4.4 bagian B nomor 5, “Tidak Mengganggu Fungsi Lindung yang ada”
Diluar Lahan Pertanian Produktif (Lahan Sawah Dilindungi)	Dalam Poin 4.4 bagian B nomor 6, “Tidak mengganggu upaya pelestarian kemampuan sumber daya alam”
Topografi datar sampai bergelombang (Kelerengan 0 - 25%)	Dalam Poin 5.4 bagian A nomor 1, “Topografi datar sampai bergelombang (Kelerengan Lahan 0 – 25%)”
Diluar Wilayah Sempadan	Dalam Poin 5.4 bagian A nomor 5, “Tidak berada pada wilayah sempadan sungai/pantai/waduk/danau/mata air”
Diluar Wilayah Rawan Bencana	Dalam Poin 5.4 bagian A nomor 3, “Tidak berada pada daerah rawan bencana (Longsor, Banjir, Erosi, Abrasi)”

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 41/PRT/M/2007

Setelah diidentifikasi sisa lahan potensial, dilakukan overlay dengan area permukiman eksisting untuk mengetahui luas lahan kosong yang benar-benar tersedia untuk pengembangan. Hasil inilah yang kemudian akan menjadi rekomendasi wilayah

peruntukan permukiman, untuk menanggulangi perkembangan permukiman di masa mendatang.

1.6.3 Hasil Akhir

Hasil akhir penelitian ini berupa rekomendasi peruntukan lahan permukiman, dari hasil estimasi lahan permukiman yang disesuaikan dengan kriteria peruntukan lahan permukiman dan estimasi daya dukung lahan permukiman pada tahun 2034. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi masukan dalam pengambilan kebijakan Pemerintah Kabupaten Kulon Progo dalam penataan ruang permukiman di masa mendatang.

1.7 Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian pengantar yang mencakup latar belakang yang mendasari pemilihan topik, rumusan masalah, tujuan dan sasaran yang ingin dicapai, ruang lingkup studi baik dari segi wilayah maupun materi, tahapan proses penelitian, serta gambaran umum mengenai metode, hasil akhir, dan sistematika penulisan laporan.

BAB 2 KONSEP PERENCANAAN

Bab ini berisi landasan teori dan konsep yang menjadi dasar dalam pelaksanaan analisis. Bagian ini membahas kerangka pikir penelitian serta kajian pustaka mengenai berbagai konsep, seperti permukiman, daya dukung lahan, tutupan lahan, kawasan lindung (sempadan sungai, sempadan pantai, dan LSD), Satuan Kemampuan Lahan (SKL), hingga metode teknis seperti proyeksi penduduk, penginderaan jauh menggunakan Landsat-8, dan estimasi tutupan lahan permukiman dengan model *Cellular Automata* (CA).

BAB 3 PROFIL WILAYAH KABUPATEN KULON PROGO

Bab ini menyajikan gambaran umum mengenai kondisi wilayah Kabupaten Kulon Progo. Pembahasan mencakup karakteristik fisik alam seperti kelerengan, topografi, morfologi, curah hujan, jenis tanah, dan kerawanan bencana. Selain itu, dijelaskan juga karakteristik demografi yang meliputi jumlah dan laju pertumbuhan penduduk sebagai data dasar untuk analisis.

BAB 4 ANALISIS ESTIMASI DAYA DUKUNG LAHAN PERMUKIMAN KABUPATEN KULON PROGO

Bab ini merupakan inti dari penelitian yang memuat seluruh proses analisis dan hasilnya. Analisis diawali dengan identifikasi dan uji akurasi tutupan lahan, estimasi tutupan lahan

permukiman di tahun 2034, serta analisis kemampuan lahan. Selanjutnya, dilakukan analisis daya dukung lahan permukiman untuk tahun 2034 dengan menggabungkan hasil analisis proyeksi penduduk, luas lahan permukiman, kelas kemampuan lahan, dan identifikasi kawasan lindung untuk menentukan potensi peruntukan perkembangan lahan permukiman.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini merupakan bagian akhir dari laporan yang merangkum keseluruhan hasil penelitian. Terdiri dari kesimpulan yang menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian, serta rekomendasi atau saran yang dapat dijadikan masukan bagi pihak-pihak terkait berdasarkan temuan analisis.