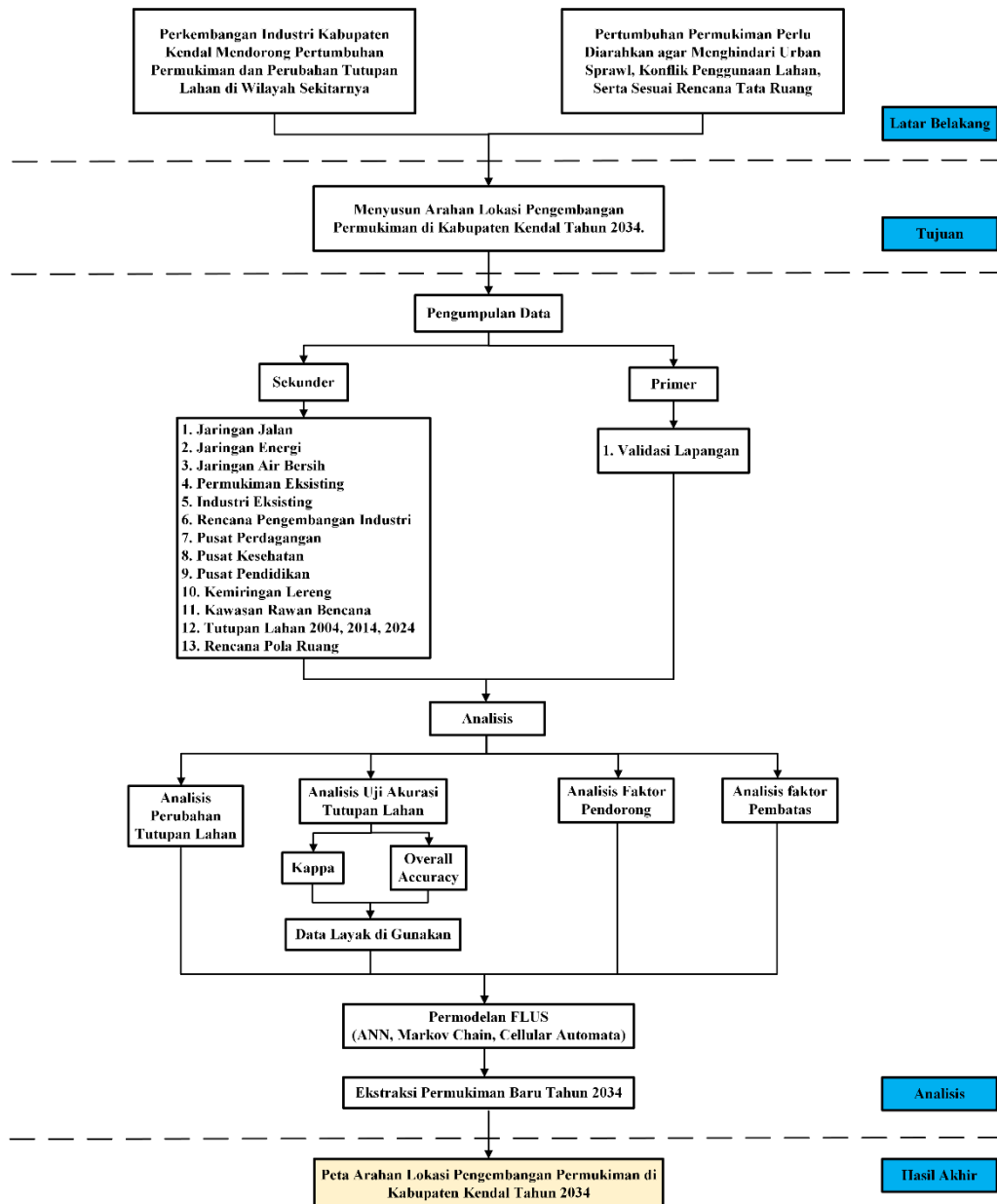


BAB 2 KONSEP PERENCANAAN

2.1 Kerangka Pikir

Sebagai dasar berpikir dalam penyusunan kerangka penelitian, berikut ini adalah alur kerja penelitian Alternatif Lokasi Pengembangan Permukiman di Sekitar Kegiatan Industri Kabupaten Kendal Tahun 2034.



Sumber: Penyusun, 2026

Gambar 2.1 Diagram Alir Kerangka Pikir

Berdasarkan diagram kerangka pikir tersebut, penelitian ini berangkat dari dua pokok permasalahan utama, yaitu perkembangan industri di Kabupaten Kendal mendorong pertumbuhan kawasan terbangun di wilayah sekitarnya, serta perlunya arahan pengembangan permukiman agar tidak menimbulkan *urban sprawl*, konflik penggunaan lahan, dan ketidaksesuaian dengan rencana pola ruang. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengembangan permukiman di Kabupaten Kendal perlu direncanakan secara terarah melalui pendekatan spasial. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyusun arahan lokasi pengembangan permukiman di Kabupaten Kendal tahun 2034.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data sekunder dan data primer. Data sekunder meliputi jaringan jalan, jaringan energi, jaringan air bersih, permukiman eksisting, industri eksisting, rencana pengembangan industri, pusat perdagangan, pusat kesehatan, pusat pendidikan, kemiringan lereng, kawasan rawan bencana, data tutupan lahan tahun 2004, 2014, dan 2024, serta rencana pola ruang. Sementara itu, data primer diperoleh melalui validasi lapangan untuk mendukung ketepatan data dan hasil analisis spasial. Seluruh data tersebut digunakan sebagai dasar dalam proses analisis perubahan tutupan lahan, uji akurasi tutupan lahan, analisis faktor pendorong, analisis faktor pembatas, analisis pemodelan permukiman, dan analisis arahan lokasi pengembangan permukiman.

Tahapan analisis meliputi analisis perubahan tutupan lahan, analisis faktor pendorong dan pembatas permukiman, serta analisis prediksi perkembangan permukiman menggunakan *Framework Future Land Use Simulation* (FLUS). *Framework* ini mengintegrasikan *Artificial Neural Network* (ANN) untuk menghasilkan peta *probabilitas* perubahan, *Markov Chain* untuk menghitung *land use demand*, dan *Cellular Automata* (CA) untuk mensimulasikan alokasi spasial perubahan lahan (Gharaibeh et al., 2020). Sebelum digunakan dalam pemodelan, data tutupan lahan terlebih dahulu diuji tingkat akurasinya menggunakan *Overall Accuracy* dan *Koefisien Kappa* (T. Zhao et al., 2023). Hasil pemodelan FLUS kemudian digunakan untuk mengekstraksi permukiman baru tahun 2034. Dengan demikian, hasil akhir penelitian ini berupa peta arahan lokasi pengembangan permukiman di Kabupaten Kendal tahun 2034.

2.2 Kajian Teori

2.2.1 Penutup Lahan (*Land Cover*)

Penutup lahan merupakan bagian dari lingkungan fisik yang mencakup unsur tanah, topografi, hidrologi, dan vegetasi yang saling berinteraksi dalam menentukan potensi pemanfaatannya. Penutup lahan menggambarkan elemen fisik yang menutupi permukaan bumi, baik berupa vegetasi alami seperti hutan dan semak maupun elemen buatan seperti bangunan, jalan, dan infrastruktur (Nedd et al., 2021). Informasi penutup lahan menjadi dasar penting dalam memahami kondisi biofisik suatu wilayah serta menilai dampak aktivitas manusia terhadap lingkungan, seperti degradasi ekosistem, peningkatan suhu permukaan, dan penurunan kualitas lahan produktif (Sumaryana et al., 2022). Perubahan penutup lahan merupakan fenomena yang tidak dapat dihindari dan mencerminkan dinamika pemanfaatan ruang dari waktu ke waktu (Mehra & Swain, 2024). Faktor penyebabnya dapat bersumber dari proses alami maupun kegiatan manusia, seperti urbanisasi, konversi lahan pertanian, dan ekspansi kawasan industri (Allan et al., 2022). Urbanisasi yang masif telah menyebabkan berkurangnya tutupan vegetasi dan meningkatnya area terbangun di wilayah pinggiran kota, yang berimplikasi pada meningkatnya limpasan permukaan serta risiko bencana banjir. Oleh karena itu, analisis perubahan penutup lahan penting dilakukan untuk mengidentifikasi wilayah yang mengalami tekanan pembangunan.

2.2.2 Faktor Perkembangan Permukiman

Perkembangan permukiman di suatu wilayah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor alam, sosial, ekonomi, dan kebijakan ruang (Chandra & Warlina, 2023). Pertumbuhan penduduk, ketersediaan infrastruktur dasar, serta aksesibilitas terhadap fasilitas umum menjadi faktor penting yang menentukan arah dan intensitas perkembangan kawasan (Bachmid et al., 2019). Variabel seperti jarak ke pusat kota, harga lahan, dan aksesibilitas transportasi memiliki pengaruh langsung terhadap dinamika pertumbuhan kawasan hunian (Abdulla et al., 2023). Selain itu, pada wilayah yang memiliki potensi kerawanan bencana, kondisi geofisik juga menjadi pertimbangan penting karena menentukan tingkat kelayakan lahan bagi pengembangan permukiman baru (Sudarto & Utami, 2021). Faktor perkembangan permukiman juga dapat dikaji sebagai berikut:

Tabel 2.1 Kajian Faktor Perkembangan Permukiman

No	Variabel	Justifikasi
1.	Rencana Pengembangan Industri	Rencana pengembangan industri berpotensi meningkatkan aktivitas ekonomi dan penyerapan tenaga kerja sehingga mendorong kebutuhan hunian baru di wilayah sekitarnya (Siregar & Kustanto, 2021),

No	Variabel	Justifikasi
2.	Jaringan Jalan	Keberadaan jaringan jalan menjadi faktor kunci dalam mempercepat perkembangan permukiman. Akses jalan yang baik meningkatkan konektivitas antar wilayah dan menurunkan biaya mobilitas, sehingga mendorong konversi lahan menjadi kawasan hunian (Farida & Astuti, 2025).
3.	Jaringan Air Bersih	Ketersediaan air bersih menjadi penentu utama kelayakan kawasan permukiman. Wilayah dengan pasokan air yang stabil dan berkualitas memiliki potensi tinggi untuk berkembang sebagai kawasan hunian (Sumaryana et al., 2022).
4.	Jaringan Energi	Akses energi listrik yang memadai meningkatkan produktivitas dan kualitas hidup masyarakat, serta memperkuat daya tarik kawasan sebagai lokasi permukiman baru (Febianti et al., 2022).
5.	Permukiman Eksisting	Permukiman yang telah ada cenderung menarik tumbuhnya kawasan hunian baru di sekitarnya karena efek sosial dan jaringan ekonomi lokal (Amri et al., 2023).
6.	Industri Eksisting	Kedekatan dengan industri meningkatkan permintaan hunian karena kebutuhan pekerja. Hal ini mendorong perkembangan permukiman di wilayah pinggiran kota (Adeliana et al., 2023).
7.	Pusat Perdagangan	Pusat perdagangan mendorong pertumbuhan ekonomi dan memperkuat nilai tanah, sehingga meningkatkan intensitas pembangunan permukiman di sekitarnya (Puspamika et al., 2023).
8.	Pusat Kesehatan	Akses terhadap layanan kesehatan yang mudah dijangkau menjadi salah satu indikator kualitas lingkungan permukiman yang layak huni (Rahmah et al., 2023).
9.	Pusat Pendidikan	Kehadiran fasilitas pendidikan seperti sekolah dan universitas meningkatkan daya tarik wilayah sebagai lokasi tempat tinggal bagi keluarga maupun mahasiswa (Sandra et al., 2023).

Sumber: Penyusun, 2026

2.2.3 Framework Future Land Use Simulation (FLUS)

Framework Future Land Use Simulation (FLUS) merupakan pendekatan pemodelan perubahan penggunaan lahan yang dapat mengintegrasikan *Artificial Neural Network (ANN)*, *Markov Chain*, dan *Cellular Automata (CA)* (Jain, 2024). Dalam penelitian ini, ANN digunakan untuk membangun peta probabilitas perkembangan permukiman, *Markov Chain* digunakan untuk menghitung kebutuhan luasan tiap kelas tutupan lahan pada tahun proyeksi, sedangkan *Cellular Automata* digunakan untuk mensimulasikan alokasi spasial perubahan lahan (Xu et al., 2022). Pendekatan ini bekerja dengan memanfaatkan data tutupan lahan historis untuk menyusun *transition probability matrix* yang merepresentasikan peluang suatu unit sel berubah menjadi kelas lahan lain (Yang et al., 2024). Selanjutnya, komponen CA mensimulasikan perubahan tersebut pada unit sel yang dapat berubah status berdasarkan kondisi tetangga (*neighborhood rule*) serta seperangkat aturan transisi yang telah ditetapkan. *Framework FLUS* banyak digunakan dalam kajian kajian perubahan penggunaan lahan karena mampu menghasilkan prediksi spasial mengenai arah dan sebaran perubahan lahan pada periode mendatang (Zimba et al., 2024).

2.2.4 Uji Akurasi

Uji akurasi merupakan tahapan penting dalam evaluasi hasil interpretasi tutupan lahan untuk menilai tingkat kesesuaian antara hasil klasifikasi dan kondisi sebenarnya di lapangan (Cheng et al., 2021). Dalam pelaksanaannya, proses validasi memerlukan penentuan sampel yang tepat untuk memastikan data yang diuji representatif terhadap seluruh wilayah studi. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *Stratified Random Sampling*, yaitu pengambilan titik sampel secara acak dengan memastikan setiap kelas tutupan lahan memiliki keterwakilan sampel yang proporsional (T. Zhao et al., 2023). Penentuan jumlah sampel minimum dalam kajian ini didasarkan pada Rumus Cochran untuk mencapai estimasi proporsi akurasi yang diharapkan dengan tingkat kepercayaan tertentu. Dua indikator utama yang digunakan adalah *Overall Accuracy* (OA) dan Koefisien Kappa (*K*). Nilai OA dihitung dengan persamaan:

$$OA = \frac{\sum X_{ii}}{N} \times 100\%$$

di mana X_{ii} adalah jumlah piksel yang diklasifikasikan dengan benar dan N merupakan total sampel uji. OA menunjukkan persentase ketepatan hasil klasifikasi secara umum (Ursu & Benedek, 2025). Sementara itu, nilai Koefisien Kappa (*K*) dihitung dengan rumus berikut:

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

dengan P_o sebagai proporsi observasi yang sesuai dan P_e sebagai proporsi kesesuaian acak (Cardille et al., 2023). Nilai Kappa memperhitungkan tingkat kesepakatan yang terjadi secara kebetulan, sehingga memberikan ukuran yang lebih objektif terhadap akurasi klasifikasi. Kombinasi nilai OA dan Kappa yang tinggi menunjukkan bahwa hasil klasifikasi memiliki ketepatan dan konsistensi yang baik, serta layak digunakan dalam pemodelan spasial seperti *CA-Markov* (Sim & Yim, 2024).

2.2.5 Faktor Pembatas Permukiman

Faktor pembatas permukiman merupakan kondisi yang membatasi atau menghambat pengembangan kawasan permukiman guna menjaga keamanan, kelayakan lahan, dan keberlanjutan lingkungan. Kawasan lindung menjadi salah satu faktor pembatas karena berfungsi menjaga keseimbangan lingkungan, tata air, serta melindungi wilayah dari degradasi lingkungan akibat tekanan pembangunan (Sarjanti et al., 2023). Pengembangan permukiman pada kawasan lindung berpotensi mengurangi fungsi ekologis kawasan dan

meningkatkan risiko degradasi lingkungan. Oleh karena itu, kawasan lindung perlu dibatasi dari aktivitas pembangunan yang dapat mengganggu fungsi perlindungannya.

Selain kawasan lindung, kawasan rawan bencana juga menjadi faktor pembatas dalam pengembangan permukiman karena pembangunan pada wilayah yang memiliki risiko banjir, longsor, atau bencana alam lainnya dapat meningkatkan kerentanan serta kerugian sosial-ekonomi masyarakat (Yuniartanti, 2021). Penataan ruang pada kawasan rawan bencana perlu dilakukan secara hati-hati melalui pengendalian pemanfaatan ruang guna meminimalkan potensi risiko dan menjaga keselamatan penduduk (Sudarto & Utami, 2021). Sementara itu, kemiringan lereng juga berpengaruh terhadap kelayakan pembangunan permukiman karena lereng yang curam memiliki kestabilan lahan yang lebih rendah dan berpotensi meningkatkan risiko longsor (Chandra & Warlina, 2023). Oleh karena itu, kawasan lindung, kawasan rawan bencana, dan kemiringan lereng digunakan sebagai faktor pembatas dalam pemodelan perkembangan permukiman untuk mengarahkan pertumbuhan kawasan terbangun pada lokasi yang lebih aman dan berkelanjutan (Mehra & Swain, 2024).