

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infrastruktur merupakan elemen kunci yang mendukung kemajuan ekonomi suatu kota. Elemen - elemen ini termasuk jaringan transportasi, pasokan energi, pasokan air, sistem sanitasi, dan teknologi informasi, yang secara keseluruhan memastikan kelancaran operasi kota (Anisa dkk., 2024). Sebagai bagian dari jaringan jalan nasional, jalan tol berfungsi untuk mengurangi kemacetan lalu lintas dan memperpendek jarak antar lokasi, yang pada gilirannya berkontribusi pada pembangunan daerah dan pertumbuhan ekonomi di daerah terhubung (Rosalina Noor Triana dkk., 2013). Dengan luas daratan Indonesia sekitar 1,9 juta km², pembangunan infrastruktur konektivitas menjadi penting untuk mendukung mobilitas antarwilayah dan memperlancar distribusi/ logistik, yang pada akhirnya memperkuat aktivitas ekonomi dan daya saing daerah. (BPS2 2020). Tanpa konektivitas yang efisien, pertumbuhan ekonomi dan distribusi barang dan jasa antar daerah dapat terhambat. Larimer (1994) menjelaskan bahwa infrastruktur merupakan fondasi yang mendukung pelayanan dasar, fasilitas, dan kelembagaan yang berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan suatu wilayah, komunitas, dan sistem (Suriani dan Cut Nanda Keusuma, 2015). Infrastruktur meliputi berbagai jenis layanan, lembaga, dan fasilitas termasuk sistem transportasi, fasilitas umum, hukum, pendidikan, dan penelitian (Suriani dan Cut Nanda Keusuma, 2015).

Pengembangan jalan tol meningkatkan konektivitas regional, mempersingkat durasi perjalanan, dan meningkatkan mobilitas, yang pada akhirnya menghasilkan biaya logistik yang lebih rendah. Pemerintah menekankan pembangunan jalan tol sebagai bagian integral dari pembangunan infrastruktur (Andi Septian Prasetyo, 2019). Dalam konteks ekonomi, banyak ekonom berpendapat bahwa infrastruktur adalah elemen penting. Infrastruktur merupakan elemen yang sangat diperlukan, di mana tanpa infrastruktur, sektor ekonomi seperti industri tidak dapat berfungsi secara optimal (Safitri dkk., 2024). Perubahan sosial meliputi transformasi nilai, norma, gaya hidup, dan struktur sosial yang memengaruhi kehidupan sehari-hari. Perubahan ini menghasilkan variasi cara hidup yang diterima oleh masyarakat, dan dapat dipahami dengan membandingkan kondisi masa lalu dengan situasi saat ini. (Fadilah & Pinasti, 2017). Dampak pembangunan jalan tol terhadap kehidupan masyarakat sangat signifikan, terutama dari sisi perubahan strata sosial di daerah terdampak (Ina Revayanti, 2019).

Pembangunan jalan tol memfasilitasi kegiatan ekonomi, termasuk distribusi barang dan jasa serta mobilitas sumber daya manusia (Ina Revayanti, 2019). Jalan tol memungkinkan perpindahan antar daerah menjadi lebih cepat, sesuai dengan kebutuhan masyarakat akan efisiensi

waktu. Pembangunan jalan tol juga mempengaruhi aktivitas masyarakat, terutama yang berkaitan dengan ekonomi. Kegiatan ekonomi masyarakat melibatkan produksi, distribusi, dan konsumsi barang dan jasa, yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dan meningkatkan kesejahteraan. Dari perspektif ekonomi, pembangunan jalan tol meningkatkan perekonomian lokal melalui investasi pemerintah, yang pada gilirannya meningkatkan penduduk setempat, menciptakan lebih banyak lapangan kerja, dan meningkatkan penerimaan pajak (Safitri dkk., 2024). Pembangunan jalan tol juga berdampak signifikan terhadap perubahan kegiatan sosial dan ekonomi di daerah sekitarnya. Fungsi jalan tol mendorong munculnya berbagai kegiatan masyarakat di sepanjang koridor, seperti restoran, toko oleh-oleh, warung makan, dan rest area. Jalan tol meningkatkan aksesibilitas dan konektivitas antar daerah, yang mendukung pertumbuhan ekonomi lokal, urbanisasi, dan perubahan tata guna lahan (Miftahuddin dkk., 2021). Penelitian dampak pembangunan jalan tol juga menunjukkan pergeseran ekonomi dari sektor tradisional seperti pertanian ke sektor non tradisional, terutama di daerah dekat gerbang tol. (Anisa dkk., 2024). Meskipun banyak penelitian telah meneliti dampak jalan tol terhadap pertumbuhan ekonomi, pemahaman yang komprehensif tentang dinamika spasial dan temporal perubahan sosial ekonomi di sekitar gerbang tol masih terbatas.

Dalam konteks jalan tol Pandaan-Malang, fokus utamanya adalah pada pembangunan ekonomi dan perubahan sosial karena infrastruktur ini menghubungkan pusat-pusat ekonomi penting di Jawa Timur. Meskipun banyak penelitian telah meneliti dampak jalan tol terhadap pertumbuhan ekonomi, pemahaman yang komprehensif tentang dinamika spasial dan temporal perubahan sosial ekonomi di sekitar gerbang tol masih terbatas. Penelitian sebelumnya seringkali mengandalkan data survei yang bersifat *cross-sectional* atau metode statistik yang kurang mampu menangkap kompleksitas interaksi antara infrastruktur dan aktivitas manusia.

Dalam mengatasi keterbatasan ini, penelitian ini mengadopsi data Cahaya Malam (*Night-Time Light /NTL*) berbasis satelit sebagai proksi untuk aktivitas sosial ekonomi. Data NTL memiliki kelebihan karena dapat merekam perubahan di suatu wilayah secara luas dan berkelanjutan dari waktu ke waktu, sehingga membantu melihat perkembangan suatu daerah dengan lebih jelas dibandingkan data biasa. Penggunaan data NTL berangkat dari anggapan bahwa semakin terang cahaya pada malam hari, semakin tinggi pula aktivitas manusia di suatu wilayah, seperti penggunaan listrik, pembangunan, dan kegiatan ekonomi (Duriscoe et al., 2018). Dalam konteks jalan tol Pandaan-Malang, analisis NTL memungkinkan identifikasi perubahan aktivitas sosial ekonomi dari sebelum hingga sesudah pengoperasian jalan tol, terutama melalui analisis data dari VIIRS. Hal ini sangat relevan karena jalan tol diharapkan dapat memicu pertumbuhan ekonomi dan perubahan tata ruang di wilayah sekitarnya (Safira dkk., 2021).

Penelitian ini memfokuskan diri pada pemanfaatan data NTL sebagai indikator aktivitas sosial ekonomi.

Selain itu, penglihatan manusia memiliki ambang batas tertentu untuk kontras cahaya yang mempengaruhi pengamatan langit, baik dengan mata telanjang maupun perangkat optik. Cahaya buatan yang menyebar dari permukaan bumi dapat mengurangi kualitas pengamatan langit. Kecerahan lampu malam dapat digunakan sebagai indikator aktivitas ekonomi, terutama di daerah perkotaan yang berkembang pesat. Dalam konteks perubahan sosial dan ekonomi di sekitar jalan tol Pandaan-Malang, analisis lampu malam dapat digunakan untuk mengukur pertumbuhan ekonomi dengan mengidentifikasi peningkatan intensitas cahaya malam sebagai tanda peningkatan aktivitas sosial dan ekonomi (Safira dkk., 2021). Penggunaan NTL dapat membantu memantau perubahan aktivitas dari sebelum hingga sesudah pengoperasian jalan tol, terutama melalui analisis data dari VIIRS.

Pemodelan dinamis adalah pendekatan yang digunakan untuk memahami perubahan temporal dalam sistem sosial dan ekonomi. Metode ini memungkinkan perencanaan yang lebih akurat baik dengan memberikan prediksi mengenai perubahan yang mungkin terjadi di masa depan (Rebello dkk., 2022). Dalam konteks Jalan Tol Pandaan-Malang, pemodelan dinamis digunakan untuk memahami perubahan aktivitas sosial dan ekonomi secara bertahap dari waktu ke waktu, melalui analisis temporal berbasis data NTL. Selain itu, penelitian ini menerapkan metode *machine learning*, khususnya *Random Forest*, untuk memodelkan dan memprediksi perubahan dinamika spasial aktivitas sosial ekonomi di sekitar gerbang tol Pandaan-Malang. Penggunaan metode *machine learning* memungkinkan identifikasi pola-pola kompleks dan non-linear yang mungkin terlewatkan oleh pendekatan statistik tradisional. Hal terpenting, penelitian ini menggabungkan analisis data NTL dengan pemodelan *machine learning*, sebuah pendekatan yang relatif baru dalam studi dampak infrastruktur di Indonesia. Kombinasi ini memungkinkan analisis yang lebih komprehensif dan prediksi yang lebih akurat tentang dinamika sosial ekonomi di sekitar jalan tol Pandaan-Malang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, penelitian ini merumuskan sejumlah pertanyaan untuk dianalisis lebih lanjut, yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana perubahan akumulasi dan intensitas *Night Time Light (NTL)* di kawasan sekitar Gerbang Tol Pandaan - Malang pada tahun 2013, 2018, dan 2023?
2. Bagaimana pola spasial, autokorelasi lokal, dan kluster aktivitas sosial ekonomi berdasarkan akumulasi dan intensitas *Night Time Light (NTL)* di kawasan sekitar Gerbang Tol Pandaan - Malang?

3. Bagaimana prediksi dinamika sosial ekonomi di kawasan sekitar Gerbang Tol Pandaan-Malang hingga tahun 2040 berdasarkan pola perubahan *Night Time Light (NTL)*?

1.3 Tujuan dan Sasaran Penelitian

Adapun tujuan dan sasaran pada penelitian ini dengan judul “Perubahan Aktivitas Sosial Ekonomi di Sekitar Jalan Tol Pandaan Malang menggunakan Model Dinamis” yang diuraikan pada subbab berikut ini.

1.3.1 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi perubahan aktivitas sosial - ekonomi di sekitar Gerbang Tol Pandaan - Malang melalui penerapan pemodelan dinamis berbasis data *Night - Time Light (NTL)*.

1.3.2 Sasaran Penelitian

Untuk mewujudkan tujuan penelitian secara lebih jelas, diperlukan beberapa sasaran yang dijadikan sebagai langkah operasional dalam merinci arah penelitian. Sasaran-sasaran ini disusun agar proses analisis menjadi lebih terarah serta menghasilkan temuan yang sejalan dengan tujuan yang telah ditetapkan. Untuk Sasaran penelitian ini yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi perubahan intensitas dan akumulasi *Night Time Light (NTL)* di kawasan sekitar Gerbang Tol Pandaan - Malang pada tahun 2013, 2018, dan 2023.
2. Mengidentifikasi pola spasial, autokorelasi lokal, dan kluster aktivitas sosial ekonomi berdasarkan intensitas dan akumulasi *Night Time Light (NTL)* di kawasan sekitar Gerbang Tol Pandaan -Malang.
3. Mengetahui prediksi dinamika sosial ekonomi di kawasan sekitar Gerbang Tol Pandaan - Malang hingga tahun 2040 berdasarkan pola perubahan *Night Time Light (NTL)*.

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian “Perubahan Aktivitas Sosial Ekonomi Di Sekitar Jalan Tol Pandaan Malang Menggunakan Model Dinamis” pada kajian ini mencakup dua aspek utama, yaitu lingkup materi dan lingkup lokasi. Lingkup materi digunakan untuk membatasi fokus pembahasan terhadap topik yang diteliti agar lebih terarah dan mendalam sesuai dengan tujuan penelitian. Sementara itu, lingkup lokasi menjelaskan wilayah atau area tempat penelitian dilaksanakan, sehingga hasil yang diperoleh memiliki konteks yang jelas dan relevan dengan kondisi lapangan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif serta hasil analisis yang lebih spesifik dan dapat dipertanggungjawabkan. Penjabaran lebih rinci mengenai kedua lingkup tersebut disajikan sebagai berikut :

1.4.1 Lingkup Materi Penelitian

Lingkup materi dalam penelitian ini difokuskan pada analisis dinamika aktivitas sosial ekonomi di kawasan sekitar Gerbang Tol Pandaan-Malang dengan memanfaatkan data Night-Time Light (NTL) sebagai proksi aktivitas manusia. Analisis dibatasi pada perubahan intensitas dan akumulasi cahaya malam yang direpresentasikan melalui nilai MEAN dan SUM NTL pada tingkat kecamatan.

Penelitian ini menggunakan data VIIRS Night-Time Light periode tahun 2013, 2018, dan 2023, yang masing-masing merepresentasikan kondisi pra-pembangunan, masa pembangunan, dan pasca-operasional Jalan Tol Pandaan-Malang. Data tersebut dianalisis secara temporal untuk mengidentifikasi kecenderungan perubahan aktivitas sosial ekonomi dari waktu ke waktu serta secara spasial untuk melihat variasi antar wilayah di sekitar gerbang tol.

Lingkup penelitian ini dibatasi pada pemanfaatan data penginderaan jauh NTL sebagai indikator aktivitas sosial ekonomi, tanpa membahas secara langsung variabel sosial ekonomi konvensional seperti produk domestik regional bruto (PDRB), jumlah penduduk, atau data statistik ekonomi lainnya. Dengan demikian, penelitian ini menekankan pada pendekatan spasial-temporal berbasis proksi yang mencerminkan dinamika aktivitas sosial ekonomi wilayah.

1.4.2 Lingkup Lokasi Penelitian

Lingkup lokasi penelitian mencakup kawasan di sekitar gerbang tol pada koridor Pandaan-Malang. Secara administratif, wilayah penelitian melintasi dua kabupaten dan satu kota, yaitu Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Malang, dan Kota Malang. Pembatasan wilayah ini ditetapkan untuk memfokuskan analisis pada area yang memiliki keterkaitan langsung dengan keberadaan infrastruktur jalan tol dan dinamika perubahan aktivitas sosial ekonomi yang menyertainya.

1.5 Keluaran dan Manfaat Penelitian

Keluaran dan manfaat penelitian kajian ini dibahas secara sistematis untuk memberikan pemahaman yang lebih jelas dan terperinci mengenai hasil yang diharapkan kontribusi penelitian berbagai pihak. Penjabaran mengenai keluaran dan manfaat penelitian disusun untuk menunjukkan arah capaian penelitian, baik dalam konteks akademis maupun praktis, sebagaimana dijelaskan berikut ini :

1.5.1 Keluaran Penelitian

Penelitian ini diharapkan menghasilkan beberapa keluaran yang dapat memberikan kontribusi ilmiah dan praktis dalam memahami dinamika perubahan aktivitas sosial - ekonomi di kawasan sekitar Gerbang Tol Pandaan - Malang. Melalui pemanfaatan data *Night-Time Light* (NTL), analisis aksesibilitas gerbang tol, serta proyeksi berbasis analisis spasial LISA, penelitian ini bertujuan memberikan gambaran mendalam mengenai

perubahan yang terjadi baik sebelum, selama, maupun setelah jalan tol beroperasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan keluaran sebagai berikut:

- a) Model perubahan aktivitas sosial ekonomi berbasis Night-Time Light (NTL) yang menunjukkan kecenderungan perubahan intensitas dan akumulasi aktivitas sosial ekonomi secara temporal, berdasarkan analisis nilai MEAN dan SUM NTL.
- b) Peta pola spasial dan kluster aktivitas sosial ekonomi di kawasan sekitar Gerbang Tol Pandaan-Malang, yang dihasilkan dari analisis autokorelasi spasial lokal. Peta ini menunjukkan kluster aktivitas tinggi (High-High), aktivitas rendah (Low-Low), serta wilayah transisi.
- c) Peta prediksi dinamika aktivitas sosial ekonomi di kawasan sekitar Gerbang Tol Pandaan-Malang hingga tahun 2040, yang menggambarkan arah dan kecenderungan perkembangan aktivitas sosial ekonomi wilayah berdasarkan pola perubahan Night-Time Light (NTL).
- d) Rekomendasi kebijakan dan perencanaan wilayah berbasis data spasial, yang disusun berdasarkan hasil analisis perubahan dan prediksi aktivitas sosial ekonomi di kawasan sekitar Gerbang Tol Pandaan-Malang.

1.5.2 Manfaat penelitian

Manfaat penelitian di antaranya ialah memberikan kontribusi dalam berbagai aspek, baik secara teoritis maupun praktis, yang dapat mendukung pengembangan ilmu pengetahuan serta penerapannya di lapangan. Secara umum, manfaat penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu manfaat teoritis dan manfaat praktis, yang dijelaskan sebagai berikut:

A. Teoretis

Secara teoretis, penelitian ini berkontribusi dalam penguatan kajian mengenai pemanfaatan Night-Time Light (NTL) sebagai proksi aktivitas sosial ekonomi wilayah. Penelitian ini memperkaya pemahaman tentang bagaimana perubahan intensitas dan akumulasi cahaya malam dapat merepresentasikan dinamika aktivitas sosial ekonomi secara spasial dan temporal, khususnya pada kawasan yang dipengaruhi oleh pembangunan infrastruktur transportasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi akademik dalam studi perencanaan wilayah dan pembangunan regional berbasis data penginderaan jauh.

B. Metodologis

Dari sisi metodologis, penelitian ini memberikan contoh pendekatan analisis spasial-temporal berbasis data sekunder yang mengintegrasikan pengolahan data Night-Time Light, analisis deret waktu, analisis autokorelasi spasial (LISA), serta pemodelan prediktif. Pendekatan ini menunjukkan bahwa dinamika aktivitas sosial ekonomi wilayah dapat dianalisis secara sistematis dan terukur tanpa ketergantungan pada survei lapangan, sehingga metode yang digunakan

bersifat efisien, replikatif, dan dapat diterapkan pada wilayah lain dengan karakteristik serupa.

C. Praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi berbasis data spasial bagi pemerintah daerah, perencana wilayah, dan pemangku kepentingan lainnya dalam pengelolaan kawasan di sekitar Gerbang Tol Pandaan-Malang. Informasi mengenai pola perubahan dan prediksi aktivitas sosial ekonomi hingga tahun 2040 dapat dimanfaatkan sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan kebijakan pembangunan wilayah, pengendalian pemanfaatan ruang, serta perencanaan pembangunan yang lebih tepat sasaran dan berkelanjutan.

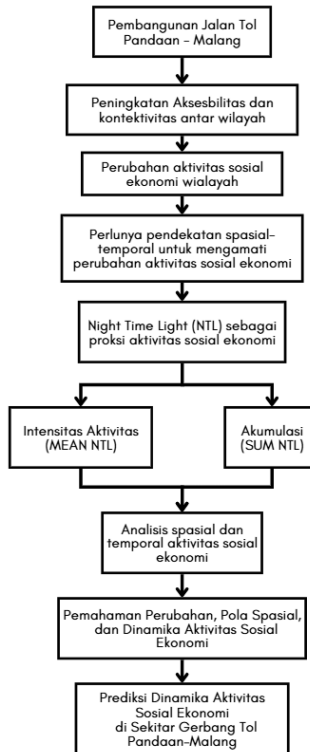
1.6 Kerangka Pikir

Kerangka pikir penelitian ini disusun untuk menjelaskan alur logis hubungan antara pembangunan infrastruktur jalan tol dan dinamika aktivitas sosial ekonomi wilayah di sekitarnya. Pembangunan dan operasionalisasi Jalan Tol Pandaan - Malang dipandang sebagai faktor yang meningkatkan aksesibilitas dan konektivitas antarwilayah, yang selanjutnya berpotensi mendorong perubahan aktivitas sosial ekonomi masyarakat, baik dalam bentuk pertumbuhan permukiman, perkembangan kegiatan ekonomi, maupun peningkatan aktivitas pada waktu malam hari.

Perubahan aktivitas sosial ekonomi tersebut bersifat spasial dan temporal, sehingga tidak selalu dapat diamati secara langsung melalui pengamatan lapangan maupun data statistik konvensional. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang mampu merepresentasikan dinamika aktivitas wilayah secara konsisten dari waktu ke waktu. Dalam penelitian ini, *Night-Time Light (NTL)* digunakan sebagai proksi aktivitas sosial ekonomi, karena intensitas dan akumulasi cahaya malam mencerminkan keberadaan dan perkembangan aktivitas manusia di suatu wilayah.

Melalui pemanfaatan data NTL, perubahan aktivitas sosial ekonomi dianalisis berdasarkan dua dimensi utama, yaitu intensitas aktivitas dan akumulasi aktivitas, yang mencerminkan tingkat pemusatan dan perluasan aktivitas wilayah. Pendekatan ini memungkinkan pemahaman mengenai bagaimana aktivitas sosial ekonomi berkembang secara berbeda antar wilayah di sekitar Gerbang Tol Pandaan-Malang.

Dengan demikian, kerangka pikir penelitian ini bergerak dari peningkatan aksesibilitas akibat pembangunan jalan tol, menuju perubahan aktivitas sosial ekonomi yang direpresentasikan melalui NTL, hingga pemahaman mengenai pola spasial dan dinamika aktivitas wilayah. Kerangka pikir ini menjadi dasar konseptual dalam menjelaskan perubahan historis serta arah perkembangan aktivitas sosial ekonomi di kawasan sekitar Gerbang Tol Pandaan-Malang. Adapun diagram kerangka pikir penelitian disajikan sebagai berikut.:



Gambar 1. 1 Diagram Kerangka Pikir

Sumber : Hasil kajian penulis, 2025

1.7 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dalam penelitian ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan gambaran umum penelitian yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan sasaran penelitian, lingkup penelitian, keluaran dan manfaat penelitian, serta sistematika pembahasan. Bab ini menjadi dasar untuk memahami konteks penelitian dan arah analisis yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan kajian pustaka sebagai landasan teoritis dan konseptual penelitian. Pembahasan mencakup infrastruktur transportasi dan perubahan aktivitas sosial ekonomi, pendekatan model dinamis,

penelitian terdahulu, landasan penelitian, serta sintesis variabel dan konsep yang digunakan sebagai dasar penyusunan kerangka analisis.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metodologi penelitian yang meliputi pendekatan penelitian, jenis dan sumber data, lokasi dan waktu penelitian, teknik pengolahan dan penyajian data, metode analisis, serta kerangka kerja penelitian. Metode analisis yang digunakan mencakup analisis spasial dan temporal dengan pemanfaatan data Night-Time Light (NTL).

BAB IV GAMBARAN UMUM DAN KONDISI SPASIAL

Bab ini menyajikan gambaran umum wilayah penelitian serta kondisi spasial aktivitas sosial ekonomi berdasarkan data Night-Time Light (NTL). Pembahasan difokuskan pada pola spasial dan dinamika temporal aktivitas wilayah selama periode pengamatan sebagai dasar analisis lanjutan.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat hasil analisis dan pembahasan perubahan aktivitas sosial ekonomi wilayah. Analisis dilakukan menggunakan statistik zonal (SUM dan MEAN NTL) untuk mengidentifikasi akumulasi dan intensitas aktivitas, analisis LISA (Local Indicators of Spatial Association) untuk mengkaji pola keterkaitan dan klaster spasial, serta analisis prediksi untuk menggambarkan dinamika aktivitas wilayah pada tahun 2030 dan 2040.

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Bab ini merangkum temuan utama penelitian sebagai jawaban atas tujuan dan sasaran penelitian. Selain itu, disajikan rekomendasi dan arahan pengembangan wilayah berdasarkan hasil analisis dan prediksi spasial sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan wilayah ke depan.