

Implikasi proyeksi kinerja jaringan jalan terhadap kebijakan transportasi Kabupaten PPU akibat pembangunan Ibu Kota Nusantara

Implications of road network performance projections on PPU Regency transportation policy due to the development of the Capital City of Indonesia (Nusantara)

Ariyaningsih^{1*}, Dwiana Novianti Tufail¹, Priyo Wibisono², dan Riki Herliansyah³

¹Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Pembangunan Berkelanjutan, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Indonesia

²Teknik Sipil, Fakultas Pembangunan Berkelanjutan, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Indonesia

³Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Indonesia

*Email korespondensi: ariyaningsih@lecturer.itk.ac.id

Abstrak. Penajam Paser Utara (PPU) mengalami peningkatan tekanan mobilitas karena berfungsi sebagai wilayah penyangga, pintu masuk logistik, dan penghubung regional menuju Ibu Kota Nusantara (IKN). Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menilai kinerja jaringan jalan eksisting; (2) memproyeksikan perubahan kinerja jaringan pada 2030, 2035, dan 2045; (3) mengevaluasi kesiapan layanan angkutan umum sebagai alternatif kendaraan pribadi; dan (4) merumuskan implikasi kebijakan transportasi-spasial yang terintegrasi. Analisis menggunakan data pencacahan lalu lintas, kapasitas ruas, matriks asal-tujuan, proyeksi penduduk dan ekonomi, perubahan tata ruang, survei persepsi pengguna, serta analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis. Kinerja ruas dinilai melalui rasio volume terhadap kapasitas (VCR), sedangkan layanan angkutan umum dianalisis dengan Customer Satisfaction Index (CSI). Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar ruas masih memiliki VCR di bawah 0,30, tetapi beberapa koridor strategis telah mendekati kondisi jenuh; nilai tertinggi yang teridentifikasi mencapai 0,774 dan volume harian pada salah satu koridor utama mencapai 4.419 smp/hari. Dalam skenario tanpa intervensi, kelas VCR 0,50–1,00 semakin meluas pada 2030–

2035 dan beberapa ruas strategis diproyeksikan melampaui VCR 1,00 pada 2045. Pada saat yang sama, CSI angkutan umum hanya 53,43% atau berkategori sangat buruk, terutama pada aspek kenyamanan, kapasitas, aksesibilitas, dan keterpaduan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pelebaran jalan secara parsial tidak memadai. Kebijakan perlu diarahkan pada penanganan koridor kritis secara bertahap, reformasi layanan angkutan umum, pengembangan jaringan multimoda, pengendalian pemanfaatan ruang di sekitar pusat kegiatan, serta koordinasi PPU–IKN–Balikpapan dalam satu sistem transportasi regional.

Kata Kunci: Ibu Kota Nusantara; Kinerja Jaringan Jalan; Kebijakan Transportasi; Penajam Paser Utara; Perencanaan Spasial

Abstract. Penajam Paser Utara (PPU) Regency faces increasing mobility pressure as a buffer area, logistics gateway, and regional connector to Nusantara Capital City (IKN). This study aims to: (1) assess existing road network performance; (2) project network performance for 2030, 2035, and 2045; (3) evaluate the readiness of public transport as an alternative to private vehicles; and (4) formulate integrated transport–spatial policy implications. The analysis combines traffic counts, road capacity, origin–destination matrices, population and economic projections, spatial-plan changes, user-perception surveys, and GIS-based spatial analysis. Road performance is assessed using the volume-to-capacity ratio (VCR), while public transport service is evaluated through the Customer Satisfaction Index (CSI). Most road sections currently record VCR values below 0.30, although several strategic corridors are approaching saturation; the highest identified VCR is 0.774, and one major corridor carries 4,419 passenger-car units per day. Under the do-nothing scenario, road sections within the 0.50–1.00 VCR range expand in 2030–2035, while several strategic links are projected to exceed a VCR of 1.00 by 2045. Public transport readiness is also weak, with a CSI of 53.43%, classified as very poor, particularly regarding comfort, capacity, accessibility, and modal integration. These results indicate that isolated road widening is insufficient. Policy should combine phased treatment of critical corridors, public transport reform, multimodal network development, land-use control around activity centres, and coordinated regional governance involving PPU, IKN, and Balikpapan.

Keywords: Nusantara Capital City; Penajam Paser Utara ; Road Network Performance; Spatial Planning; Transport Policy

1. Pendahuluan

Kabupaten Penajam Paser Utara (PPU) menempati posisi strategis dalam struktur ruang Kalimantan Timur karena sebagian wilayah Ibu Kota Nusantara (IKN) berada di Kecamatan Sepaku dan jaringan transportasi PPU menghubungkan kawasan tersebut dengan Balikpapan, pusat-pusat produksi di bagian selatan, serta jalur logistik antar kabupaten. Transformasi ruang telah terlihat melalui penurunan lahan bervegetasi pertanian di Sepaku dari 39.663 ha pada 2014 menjadi 38.271 ha pada 2024, bersamaan dengan peningkatan kawasan

permukiman dari 2.454 ha menjadi 4.520 ha [1]. Pada skala kawasan IKN, perubahan serupa berlangsung melalui konversi lahan hutan dan pertanian menjadi infrastruktur serta kawasan terbangun [2]. Perubahan struktur ruang tersebut tidak hanya menambah perjalanan, tetapi juga menggeser asal-tujuan pergerakan menuju pusat pemerintahan, kawasan permukiman baru, simpul logistik, dan pusat pelayanan regional.

Pembangunan IKN dilaksanakan secara bertahap berdasarkan Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2022 dan dokumen rencana induknya [3]. Dalam proses tersebut, PPU tidak dapat diposisikan hanya sebagai *hinterland* administratif. Wilayah ini berfungsi sebagai ruang transisi antara kawasan inti IKN dan jaringan regional Kalimantan Timur–Kalimantan Selatan. Penelitian terdahulu telah menegaskan pentingnya konektivitas jalan dan pemanfaatan sumber daya lokal di wilayah mitra sekitar IKN [4,5]. Namun, peningkatan mobilitas penumpang, barang konstruksi, logistik harian, dan perjalanan komuter dapat mendorong permintaan lalu lintas tumbuh lebih cepat daripada kapasitas jalan apabila pengembangan jaringan tidak diselaraskan dengan perubahan tata guna lahan.

Persoalan tersebut menjadi semakin penting karena jaringan PPU masih bertumpu pada koridor darat yang jumlahnya terbatas, sementara koneksi ke pelabuhan, penyeberangan [6], kawasan produksi, dan Sepaku menghasilkan konsentrasi beban pada ruas tertentu. Kajian mengenai prioritas infrastruktur transportasi di Kalimantan Timur [7], jaringan pelabuhan [8], pembangunan jalan pendukung pusat pemerintahan IKN [9], dan infrastruktur pelayanan publik PPU [9,10] menunjukkan bahwa kebutuhan konektivitas regional telah menjadi isu utama [11]. Meski demikian, sebagian besar penelitian berfokus pada jaringan di dalam IKN, desain moda masa depan, atau proyek infrastruktur tertentu. Belum banyak kajian yang secara konsisten menghubungkan kondisi ruas eksisting, proyeksi spasial VCR hingga 2045, kualitas angkutan umum, dan implikasi terhadap kebijakan transportasi serta struktur ruang Kabupaten PPU.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini memiliki empat tujuan spesifik. Pertama, menilai kinerja jaringan jalan eksisting berdasarkan volume lalu lintas, kapasitas, VCR, dan pola spasial pembebanan. Kedua, memproyeksikan perubahan kinerja jaringan pada 2030, 2035, dan 2045 dalam skenario tanpa peningkatan kapasitas yang signifikan. Ketiga, mengevaluasi kesiapan layanan angkutan umum sebagai instrumen pengurangan ketergantungan pada kendaraan pribadi. Keempat, merumuskan prioritas kebijakan transportasi-spasial yang menghubungkan penanganan koridor, integrasi moda, tahapan pembangunan, dan pengendalian pemanfaatan ruang. Kontribusi penelitian terletak pada penggunaan wilayah penyangga sebagai unit analisis, sehingga dampak IKN tidak hanya dibaca dari kawasan inti, tetapi juga dari kemampuan jaringan regional menyerap perubahan pola perjalanan.

2. Metode

2.1. Desain penelitian dan wilayah kajian

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif yang dilengkapi interpretasi spasial dan analisis kebijakan. Wilayah kajian mencakup jaringan jalan Kabupaten PPU, terutama koridor yang menghubungkan Kecamatan Babulu, Waru, Penajam, dan Sepaku, akses menuju pelabuhan penyeberangan, serta koneksi ke IKN dan Balikpapan. Unit analisis utama adalah ruas jalan, sedangkan unit pendukung meliputi zona asal-tujuan perjalanan dan atribut pelayanan angkutan umum. Kerangka penelitian disusun agar setiap tujuan memiliki metode, indikator, dan keluaran yang dapat ditelusuri secara langsung sebagaimana diringkaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tujuan, metode, indikator, dan keluaran penelitian.

Data Kinerja Jaringan Jalan	Hasil
Indikator Utama Kinerja (VCR)	Data menunjukkan adanya variasi signifikan dalam kinerja jalan di seluruh PPU yang diukur dengan <i>Volume/Capacity Ratio</i> (VCR). VCR merupakan indikator utama <i>Level of Service</i> (LOS) jalan, di mana nilai yang mendekati 1,0 menunjukkan tingkat kepadatan tinggi atau kemacetan.
Titik Kritis Kepadatan	Ditemukan beberapa ruas jalan yang telah mengalami tingkat kepadatan tinggi mendekati kondisi jenuh, diantaranya pada ruas Jl. Pendekat Samping Kantor Desa Gn. Makmur (Kec. Babulu) mencatat nilai VCR yang signifikan, yaitu 0,774. Nilai ini mengindikasikan bahwa ruas jalan ini sudah beroperasi mendekati kapasitas maksimumnya, sehingga sering terjadi kepadatan lalu lintas dan penurunan <i>Level of Service</i> , terutama pada jam-jam puncak.
Volume Lalu Lintas (LHRT) Tinggi	Beberapa ruas jalan utama atau ruas kolektor mencatat volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHRT) yang sangat tinggi (diukur dalam satuan mobil penumpang/smp), seperti pada ruas Gunung Api-Api – Logpond Labangka (Kec. Waru) dengan LHRT mencapai 4.419 SMP/hari. Volume tinggi ini menunjukkan pentingnya ruas tersebut sebagai jalur pergerakan barang atau akses utama.
Kinerja Mayoritas Ruas	Sebagian besar ruas jalan kabupaten lainnya, terutama yang berfungsi sebagai lokal sekunder, masih menunjukkan kinerja yang relatif baik dengan nilai VCR yang rendah (umumnya di bawah 0,30) hal ini menandakan bahwa kapasitas jalan masih memadai untuk menampung volume lalu lintas saat ini.

2.2. Data dan pengukuran kinerja jaringan jalan

Data primer terdiri atas pencacahan lalu lintas pada ruas-ruas terpilih yang merepresentasikan jalan nasional, kolektor, jalan kabupaten, akses pelabuhan, dan koneksi menuju Sepaku. Kendaraan dikelompokkan menurut jenisnya dan dikonversi ke satuan mobil penumpang (smp) agar pengaruh kendaraan ringan dan berat dapat diperbandingkan. Data sekunder mencakup geometri dan kapasitas jalan, jaringan transportasi, jumlah penduduk, Produk Domestik Regional Bruto, pusat kegiatan, perubahan pemanfaatan ruang, serta rencana pengembangan wilayah. Seluruh ruas kemudian ditautkan ke basis data spasial untuk menggambarkan distribusi pembebanan.

Kinerja ruas dihitung menggunakan rasio volume terhadap kapasitas, $VCR = Q/C$, dengan Q sebagai volume lalu lintas dalam smp per jam dan C sebagai kapasitas ruas. Untuk menjaga konsistensi dengan peta analisis, VCR dikelompokkan menjadi lima rentang, yaitu kurang dari 0,25; 0,25–0,50; 0,50–0,75; 0,75–1,00; dan lebih dari 1,00. Nilai mendekati 1,00 menunjukkan berkurangnya kapasitas cadangan dan meningkatnya ketidakstabilan arus, sedangkan nilai di atas 1,00 menunjukkan bahwa permintaan telah melampaui kapasitas operasional. Interpretasi tidak hanya didasarkan pada nilai setiap ruas, tetapi juga pada kesinambungan koridor dan fungsi ruang yang dilayannya.

2.3. Proyeksi permintaan dan skenario jaringan

Proyeksi dilakukan untuk 2030, 2035, dan 2045 dengan mempertimbangkan pertumbuhan penduduk, perkembangan kegiatan ekonomi, perubahan struktur ruang, dan peningkatan interaksi perjalanan menuju IKN. Variabel tersebut digunakan untuk memperbarui bangkitan dan tarikan perjalanan pada setiap zona, membentuk matriks asal-tujuan, dan membebaskan perjalanan ke jaringan jalan. Skenario utama adalah *do-nothing*, yaitu kondisi ketika pertumbuhan permintaan berlangsung tanpa peningkatan kapasitas jaringan yang sebanding. Skenario ini digunakan untuk mengidentifikasi waktu dan lokasi munculnya tekanan jaringan, bukan untuk memprediksi keadaan secara deterministik.

Skenario kebijakan atau *do-something* dianalisis sebagai paket intervensi, meliputi penanganan *bottleneck*, peningkatan koridor terpilih, pembentukan rute alternatif, perbaikan angkutan umum, dan pengembangan konektivitas multimoda. Karena tingkat kesiapan setiap proyek berbeda, hasil skenario kebijakan disajikan sebagai arah dan tahapan intervensi, bukan sebagai klaim bahwa satu proyek tertentu secara otomatis menyelesaikan seluruh masalah jaringan.

2.4. Penilaian pelayanan angkutan umum

Kesiapan angkutan umum dianalisis dari persepsi pengguna terhadap enam dimensi pelayanan, yaitu keandalan, ketanggapan, jaminan keselamatan dan kenyamanan, empati, kondisi fisik, serta aksesibilitas. Setiap indikator dibandingkan antara tingkat kepentingan dan kinerja yang dirasakan. *Customer Satisfaction Index* dihitung dari rasio total skor tertimbang terhadap skor maksimum dan dinyatakan dalam persentase. Analisis ini dipakai sebagai variabel kebijakan karena kapasitas jalan tidak dapat dipertahankan hanya melalui

pembangunan fisik apabila pengguna tidak memiliki alternatif perjalanan yang layak. Metode sampling yang digunakan adalah metode *purposive sampling*. Metode ini dipilih karena lebih efektif dalam mengidentifikasi responden atau lokasi yang memiliki keterkaitan langsung dengan permasalahan transportasi di wilayah PPU, seperti pengguna jalan di ruas utama, pengemudi angkutan umum, dan masyarakat yang sering bepergian menggunakan moda transportasi tertentu. Dengan pendekatan ini, sampling dilakukan secara terfokus pada titik-titik strategis seperti simpang utama, terminal, pelabuhan, dan ruas jalan dengan volume lalu lintas tinggi. Hal ini memungkinkan pengumpulan data yang lebih akurat dan hemat waktu dibandingkan metode acak yang memerlukan cakupan lebih luas. Jumlah responden dalam penelitian ini Adalah 104 responden.

2.5. Sintesis kebijakan transportasi-spasial

Prioritas kebijakan dirumuskan melalui sintesis tiga informasi: tingkat tekanan VCR eksisting dan proyeksi, fungsi strategis ruas dalam menghubungkan pusat kegiatan dan simpul transportasi, serta kesiapan angkutan umum. Ruas dengan VCR tinggi, peran konektivitas regional, dan ketiadaan alternatif moda ditempatkan sebagai prioritas awal. Hasil tersebut kemudian diselaraskan dengan tahapan pembangunan IKN dan horizon perencanaan daerah untuk membedakan intervensi jangka pendek, menengah, dan panjang.

3. Hasil penelitian dan pembahasan

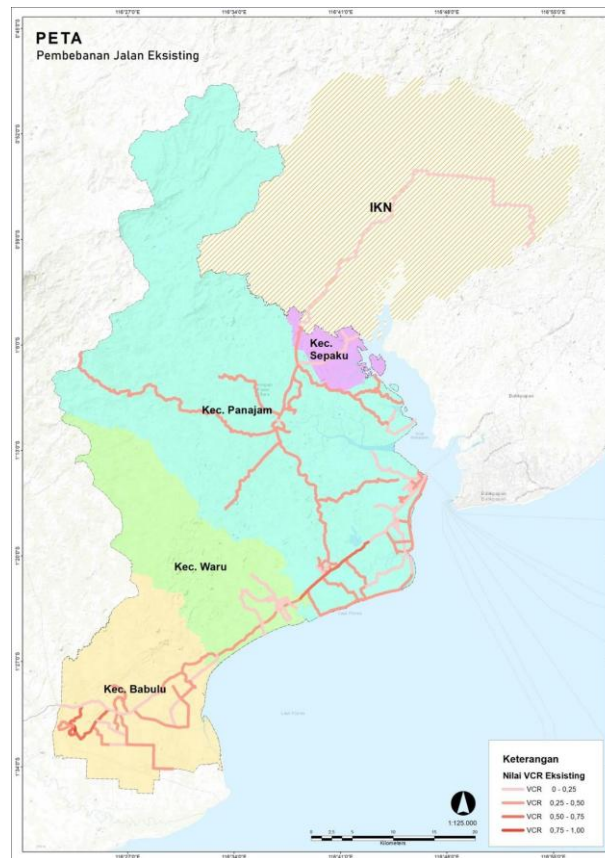
3.1. Kinerja jaringan eksisting

Survei lalu lintas dilakukan secara intensif dari pagi hingga sore hari untuk mencakup waktu sibuk (puncak) lalu lintas. Pengamatan dilakukan secara berkelanjutan, namun diberikan dua jeda waktu (pukul 10.00-11.00 dan 14.00-15.00). Jeda ini dipilih karena tingkat lalu lintas pada jam tersebut dianggap relatif menurun, sehingga dapat menjaga akurasi dan efisiensi pengumpulan data tanpa kehilangan data signifikan dari jam sibuk. Kendaraan yang diamati diklasifikasikan ke dalam Golongan 1 hingga 8, mencakup berbagai jenis kendaraan ringan dan berat (pribadi, barang, dan komersial) untuk memastikan pencatatan data yang terpisah dan analisis yang akurat. Hasil survei Lintas Harian Rata-Rata (LHR) akan dikonversi menjadi satuan mobil penumpang (smp). Konversi ini bertujuan untuk menyeragamkan data lalu lintas dengan menghitung beban kendaraan yang berbeda (misalnya, truk atau bus memiliki nilai smp yang lebih tinggi dari pada mobil penumpang biasa) ke dalam satu satuan. Penggunaan smp penting agar perencana transportasi dapat memperoleh gambaran yang lebih realistis mengenai beban lalu lintas, yang selanjutnya menjadi acuan untuk mengukur kinerja jaringan jalan, serta merencanakan peningkatan kapasitas jalan dan pengelolaan lalu lintas di Kabupaten Penajam Paser Utara (PPU) di masa depan.

Tabel 2. Kinerja jaringan jalan.

Data Kinerja Jaringan Jalan	Hasil
Indikator Utama Kinerja (VCR)	Data menunjukkan adanya variasi signifikan dalam kinerja jalan di seluruh PPU yang diukur dengan Volume/Capacity Ratio (VCR). VCR merupakan indikator utama Level of Service (LOS) jalan, di mana nilai yang mendekati 1,0 menunjukkan tingkat kepadatan tinggi atau kemacetan.
Titik Kritis Kepadatan	Ditemukan beberapa ruas jalan yang telah mengalami tingkat kepadatan tinggi mendekati kondisi jenuh, diantaranya pada ruas Jl. Pendekat Samping Kantor Desa Gn. Makmur (Kec.Babulu) mencatat nilai VCR yang signifikan, yaitu 0,774. Nilai ini mengindikasikan bahwa ruas jalan ini sudah beroperasi mendekati kapasitas maksimumnya, sehingga sering terjadi kepadatan lalu lintas dan penurunan Level of Service, terutama pada jam-jam puncak.
Volume Lalu Lintas (LHRT) Tinggi	Beberapa ruas jalan utama atau ruas kolektor mencatat volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHRT) yang sangat tinggi (diukur dalam satuan mobil penumpang/smp), seperti pada ruas Gunung Api-Api – Logpond Labangka (Kec. Waru) dengan LHRT mencapai 4.419 SMP/hari. Volume tinggi ini menunjukkan pentingnya ruas tersebut sebagai jalur pergerakan barang atau akses utama.
Kinerja Mayoritas Ruas	Sebagian besar ruas jalan kabupaten lainnya, terutama yang berfungsi sebagai lokal sekunder, masih menunjukkan kinerja yang relatif baik dengan nilai VCR yang rendah (umumnya di bawah 0,30) hal ini menandakan bahwa kapasitas jalan masih memadai untuk menampung volume lalu lintas saat ini.

Analisis Lintas Harian Rata-Rata (LHR) menunjukkan bahwa koridor-koridor utama di PPU, seperti ruas Waru-Penajam dan akses menuju Pelabuhan Penyeberangan Ferry, telah mengalami volume lalu lintas yang tinggi mendekati atau pada jam puncak, mengindikasikan adanya titik-titik kepadatan.



Gambar 1. Distribusi spasial VCR jaringan jalan eksisting Kabupaten PPU.

Gambar 1 memperlihatkan bahwa kelas VCR rendah masih mendominasi jaringan, tetapi ruas dengan warna lebih gelap membentuk pola koridor yang menghubungkan Babulu–Waru–Panajam, akses pesisir dan pelabuhan, serta hubungan Panajam–Sepaku. Pola ini memperlihatkan hubungan langsung antara struktur ruang dan kinerja jalan. Ruas yang melayani lebih dari satu fungsi, perjalanan lokal, angkutan hasil produksi, logistik, dan akses IKN, mengalami tekanan lebih besar dibandingkan jalan yang hanya melayani pergerakan internal kawasan perdesaan.

Temuan tersebut mendukung kajian konektivitas wilayah sekitar IKN yang menekankan pentingnya jaringan penghubung lintas pusat kegiatan [4,5], tetapi menambahkan dimensi operasional. Konektivitas yang secara geometris tersedia belum tentu memiliki ketahanan kapasitas ketika aliran regional terkonsentrasi pada koridor yang sama. Dengan demikian, indikator VCR perlu dibaca bersama hierarki jalan, fungsi ekonomi, dan ketersediaan rute alternatif.

3.2. Kesiapan angkutan umum sebagai alternatif jalan

Hasil penilaian pelayanan memperlihatkan bahwa angkutan umum belum siap menjadi instrumen utama pengurangan perjalanan kendaraan pribadi. Nilai CSI sebesar 53,43% berada pada kategori sangat buruk. Aspek ketanggapan pengemudi atau petugas memperoleh penilaian relatif lebih baik, tetapi keunggulan tersebut belum mampu mengimbangi kelemahan pada kapasitas, kenyamanan, fasilitas fisik, aksesibilitas, dan keterpaduan antarmoda.

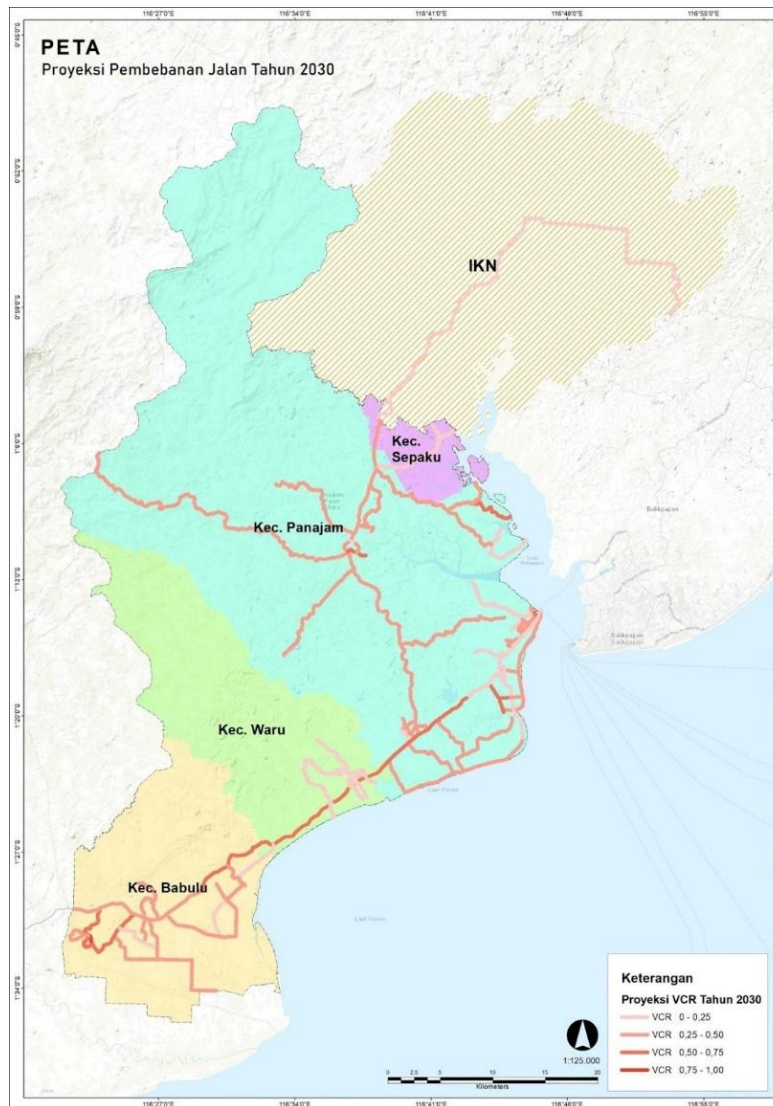
Tabel 3. Kesenjangan utama pelayanan angkutan umum.

Aspek	Hasil	Implikasi kebijakan
CSI keseluruhan	53,43% (sangat buruk)	Angkutan umum belum menjadi pilihan kompetitif dibandingkan kendaraan pribadi.
Ketanggapan	Kinerja 4,50; ekspektasi 4,75	Profesionalisme petugas dapat menjadi modal awal reformasi layanan.
Kenyamanan	Skor 2,84	Kondisi armada dan pengalaman perjalanan perlu ditingkatkan.
Kapasitas	Skor 2,93	Jumlah dan frekuensi armada belum memadai pada waktu permintaan tinggi.
Keterpaduan	Skor 3,12	Koneksi menuju pelabuhan, pusat kegiatan, dan moda lain masih lemah.
Keselamatan	Skor 3,86	Halte, rambu, pengawasan, dan standar operasional perlu diperkuat.

Kondisi tersebut menghasilkan lingkaran kebijakan yang perlu dihindari. Ketika angkutan umum tidak andal, pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi akan lebih banyak diterjemahkan menjadi kepemilikan serta penggunaan kendaraan pribadi. Peningkatan VCR kemudian mendorong pelebaran jalan, tetapi tambahan kapasitas dapat kembali terisi apabila tidak disertai pengelolaan permintaan. Karena itu, reformasi angkutan umum bukan program terpisah dari peningkatan jaringan jalan, melainkan salah satu syarat agar investasi jalan memiliki manfaat lebih tahan lama. Gagasan mobilitas cerdas dan bus otonom yang dikembangkan untuk IKN [9,12] perlu diterjemahkan secara bertahap sesuai kapasitas kelembagaan dan karakter permintaan PPU, dimulai dari layanan dasar yang terjadwal, aman, informatif, dan terhubung.

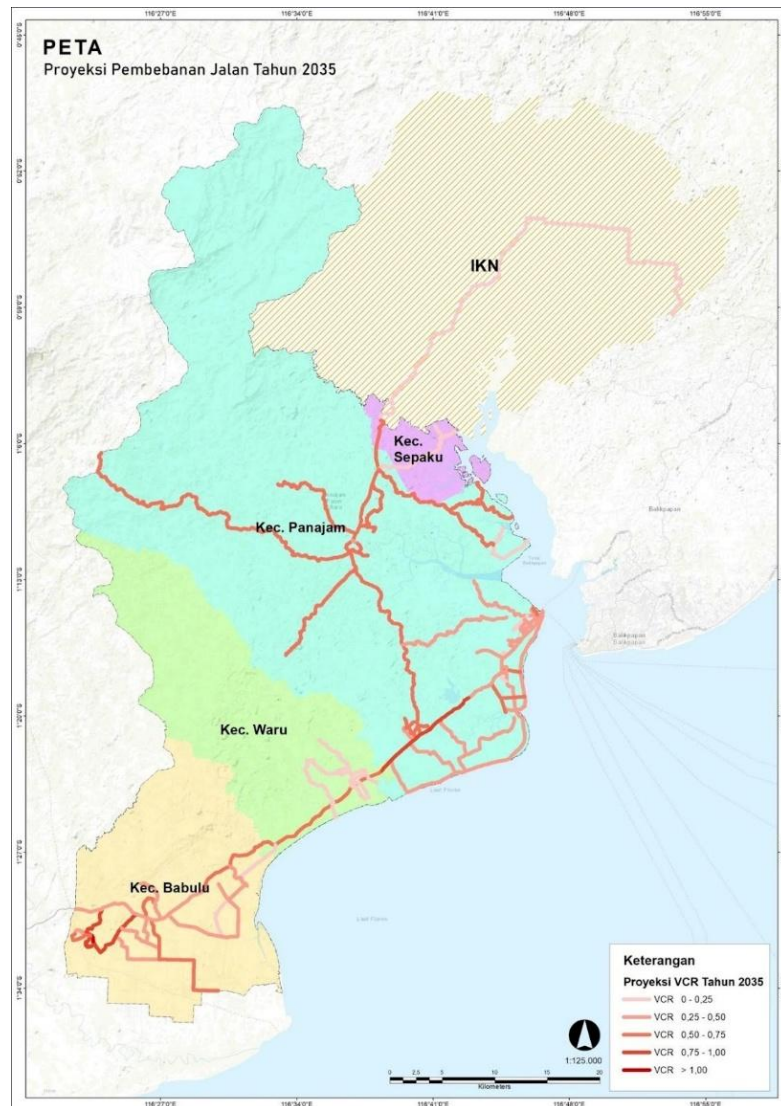
3.3. Proyeksi kinerja jaringan jalan 2030, 2035, dan 2045

Proyeksi *do-nothing* memperlihatkan pergeseran bertahap dari persoalan lokal menuju tekanan koridor regional. Pada 2030, ruas dalam kelas VCR 0,50–0,75 dan 0,75–1,00 semakin terlihat pada jalur Babulu–Waru–Penajam, akses pelabuhan, dan koneksi menuju Sepaku. Artinya, kapasitas cadangan pada koridor strategis mulai menurun pada tahap awal operasionalisasi IKN, meskipun belum seluruh jaringan mengalami kondisi jenuh.

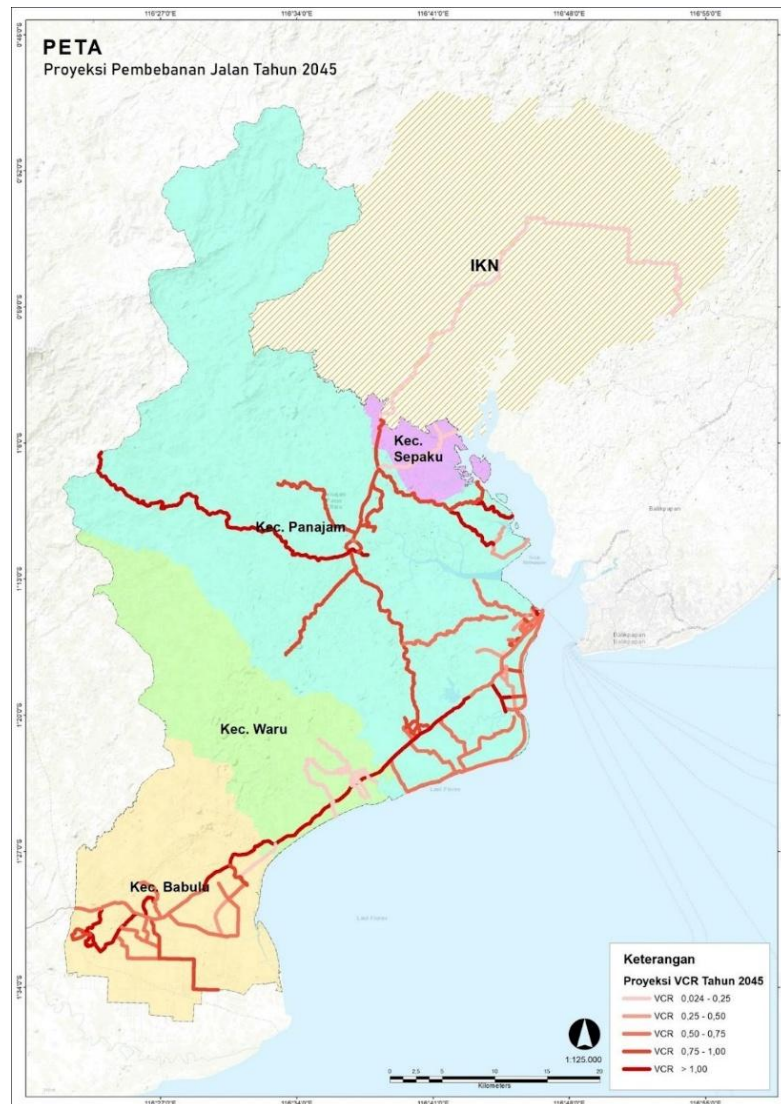


Gambar 2. Proyeksi distribusi VCR jaringan jalan Kabupaten PPU tahun 2030.

Pada 2035, tekanan tidak hanya meningkat pada satu titik, tetapi mulai membentuk rangkaian ruas berkinerja tinggi sepanjang koridor utama. Pelebaran kelas VCR tinggi menandakan bahwa gangguan pada satu ruas berpotensi memengaruhi ruas di sekitarnya karena pilihan rute alternatif terbatas. Tahap ini merupakan periode kritis untuk memastikan bahwa program peningkatan jaringan dan layanan angkutan umum telah beroperasi, bukan baru memasuki tahap perencanaan.



Gambar 3. Proyeksi distribusi VCR jaringan jalan Kabupaten PPU tahun 2035.



Gambar 4. Proyeksi distribusi VCR jaringan jalan Kabupaten PPU tahun 2045.

Tabel 4. Perubahan karakter tekanan jaringan menurut horizon proyeksi.

Horizon	Pola VCR dominan	Karakter masalah	Konsekuensi perencanaan
Eksisting	Mayoritas <0,30; titik tertentu 0,75–1,00	<i>Bottleneck</i> lokal pada koridor strategis	Manajemen lalu lintas dan penanganan ruas prioritas masih memungkinkan.
2030	Perluasan kelas 0,50–1,00	Kapasitas cadangan koridor utama berkurang	Program peningkatan jaringan dan reformasi angkutan umum harus mulai beroperasi.
2035	Rangkaian ruas 0,75–1,00 semakin menyambung	Risiko gangguan koridor dan limpahan ke ruas sekitar	Diperlukan rute alternatif dan simpul multimoda yang berfungsi.

Horizon	Pola VCR dominan	Karakter masalah	Konsekuensi perencanaan
2045	Muncul ruas >1,00 pada beberapa koridor strategis	Permintaan melampaui kapasitas dan masalah menjadi sistemik	Jaringan berkapasitas tinggi, pengalihan moda, dan pengendalian ruang menjadi kebutuhan struktural.

Sumber: sintesis peta pembebanan eksisting dan proyeksi

Proyeksi ini menunjukkan bahwa dampak IKN tidak bekerja sebagai tambahan volume yang seragam. Pertumbuhan perjalanan diarahkan oleh pusat kegiatan baru dan fungsi gerbang PPU, sehingga ruas yang menghubungkan pusat produksi, permukiman, pelabuhan, dan IKN menerima tekanan lebih cepat. Hal tersebut sejalan dengan konsep daya dukung jaringan transportasi perkotaan [13], yaitu bahwa masalah muncul ketika pertumbuhan aktivitas dan distribusi perjalanan tidak diimbangi kapasitas serta alternatif moda. Temuan ini juga memperkuat studi pengembangan jalan pendukung IKN [9], tetapi menegaskan bahwa kebijakan harus mencakup jaringan PPU secara utuh, bukan hanya akses langsung menuju kawasan inti.

3.4. Implikasi kebijakan transportasi dan penataan ruang

Hasil penelitian menghasilkan empat implikasi utama. Pertama, prioritas penanganan harus berbasis koridor, bukan daftar ruas yang berdiri sendiri. Koridor Babulu–Waru–Penajam, akses pelabuhan, dan hubungan Penajam–Sepaku perlu dinilai sebagai satu sistem karena perubahan kapasitas pada satu ruas dapat memindahkan antrean ke ruas berikutnya. Kedua, program jalan perlu dibedakan antara peningkatan keselamatan dan *bottleneck* jangka pendek, penyediaan rute alternatif jangka menengah, serta jaringan regional berkapasitas tinggi jangka panjang.

Ketiga, angkutan umum harus direformasi sebelum VCR mencapai kondisi kritis. Penambahan armada saja tidak cukup; pelayanan perlu dilengkapi jadwal, informasi perjalanan, halte yang aman, integrasi tarif, akses ke pelabuhan dan pusat kegiatan, serta standar keselamatan. Keempat, kebijakan transportasi perlu diikat dengan pengendalian ruang. Pusat kegiatan baru, kawasan industri, permukiman skala besar, dan simpul logistik seharusnya memperoleh persetujuan pengembangan setelah kapasitas jaringan, akses angkutan umum, dan dampak lalu lintasnya dinilai. Tanpa mekanisme tersebut, tata ruang akan terus menghasilkan permintaan yang tidak dapat ditampung jaringan.

Tabel 5. Tahapan prioritas kebijakan transportasi-spasial Kabupaten PPU.

Tahap	Fokus masalah	Intervensi prioritas	Keterkaitan spasial dan kelembagaan
Jangka pendek: sampai 2030	<i>Bottleneck</i> eksisting dan penurunan kapasitas cadangan	Manajemen simpang dan akses, perbaikan geometrik terpilih, pengendalian parkir dan kendaraan berat, rehabilitasi armada, jadwal serta informasi angkutan umum	Integrasi program jalan dengan pusat kegiatan eksisting; koordinasi operasional PPU–IKN–Balikpapan.

Tahap	Fokus masalah	Intervensi prioritas	Keterkaitan spasial dan kelembagaan
Jangka menengah: 2031–2035	Tekanan koridor yang mulai menyambung	Pembangunan rute alternatif, terminal atau titik perpindahan moda, layanan angkutan umum antar kecamatan, integrasi dengan pelabuhan dan kawasan produksi	Pengarahan pertumbuhan ke pusat yang memiliki kapasitas jaringan; kewajiban analisis dampak lalu lintas untuk pengembangan baru.
Jangka panjang: 2036–2045	Ruas strategis melampaui kapasitas	Jaringan regional berkapasitas tinggi, pengembangan rel dan angkutan air berdasarkan studi kelayakan, sistem manajemen lalu lintas cerdas, pengelolaan permintaan perjalanan	Sinkronisasi RTRW PPU, RTR KSN IKN, dan jaringan regional; penguatan badan koordinasi lintas wilayah dan sumber pembiayaan bersama.

3.5. Pembahasan

Implementasi paket kebijakan memerlukan kerangka pembiayaan bertahap yang membedakan kegiatan operasional berbiaya rendah, investasi jaringan menengah, dan proyek regional berkapasitas tinggi. Pertimbangan kemampuan fiskal dan risiko pembiayaan infrastruktur IKN [14] penting agar prioritas tidak berhenti sebagai daftar proyek, tetapi memiliki urutan, penanggung jawab, dan sumber pendanaan yang realistis.

Pendekatan multimoda relevan karena PPU memiliki kedekatan dengan jalur laut dan penyeberangan. Kajian pelabuhan perikanan [8], rancangan pengembangan pelabuhan untuk logistik IKN [2], serta proyeksi kapal listrik [15] menunjukkan adanya peluang mengalihkan sebagian perjalanan barang dan penumpang dari jalan. Namun, integrasi moda harus didasarkan pada permintaan, jadwal, akses *first–last mile*, dan kelayakan ekonomi-lingkungan. Pembangunan moda baru tanpa integrasi pelayanan berisiko menghasilkan infrastruktur yang tidak mengurangi beban koridor jalan.

Secara ilmiah, penelitian ini membedakan dirinya dari kajian yang hanya menilai konektivitas atau mengusulkan teknologi mobilitas. Analisis menunjukkan urutan hubungan sebab-akibat: perubahan ruang akibat IKN meningkatkan bangkitan dan tarikan perjalanan; permintaan terkonsentrasi pada koridor strategis PPU; kapasitas cadangan menurun; dan kelemahan angkutan umum memperbesar ketergantungan pada jalan. Oleh karena itu, solusi tidak dapat dipisahkan antara teknik lalu lintas, kebijakan pelayanan, dan pengendalian ruang. Perspektif tersebut konsisten dengan agenda transportasi berkelanjutan IKN [16] dan konsep *smart mobility* [12], tetapi menekankan bahwa teknologi hanya efektif apabila layanan dasar dan tata kelola regional telah berfungsi.

3.6. Diskusi

Penelitian ini mengidentifikasi dua temuan ilmiah utama. Pertama, kualitas pelayanan angkutan umum eksisting berada pada kondisi kritis ("*Very Poor*" dengan CSI 53,43%), yang disebabkan oleh lemahnya aspek keandalan, kapasitas, dan kenyamanan fisik armada. Kedua,

dan yang paling krusial, proyeksi kinerja jaringan jalan di koridor utama Kabupaten Penajam Paser Utara (PPU) akan mengalami penurunan *Level of Service* (LOS) secara drastis mencapai kategori F (macet total) pada tahun 2030 hingga 2045 dalam skenario *Do Nothing*. Penurunan ini dipicu oleh lonjakan permintaan perjalanan yang dimodelkan berdasarkan dampak penetapan Ibu Kota Nusantara (IKN).

a. Hubungan hasil dengan tujuan awal dan temuan penelitian

Hasil ini secara langsung menjawab tujuan awal yang tertuang dalam pendahuluan, yaitu untuk menyusun Rencana Induk Jaringan LLAJ yang berfungsi sebagai pedoman strategis jangka panjang di tengah dinamika pembangunan IKN.

- Validasi Kebutuhan Intervensi dimana data LHRT eksisting dan VCR menunjukkan adanya titik-titik kepadatan (*bottleneck*) yang memerlukan intervensi segera. Penemuan CSI yang sangat rendah mengukuhkan bahwa angkutan umum saat ini tidak layak menjadi tulang punggung transportasi, sementara temuan *Volume/Capacity Ratio* (VCR) masa depan mengonfirmasi bahwa penanganan masalah lalu lintas tidak dapat lagi menggunakan metode konvensional.
- Identifikasi Jendela Waktu Krisis dimana pemodelan proyeksi secara kuantitatif menemukan bahwa titik balik kritis (sebagian besar jalan mencapai LOS E/F) akan terjadi paling lambat pada tahun 2030. Ini menunjukkan bahwa perencanaan harus melampaui fase pembangunan IKN saat ini dan fokus pada pengoperasian IKN di masa depan.

b. Interpretasi ilmiah dan signifikansi

Interpretasi ilmiah atas temuan ini adalah bahwa PPU sedang mengalami disrupsi struktural pada sistem transportasinya, didorong oleh faktor eksogen (pembangunan IKN).

- Implikasi Kegagalan Pasar (*Marketing Failure*) Transportasi dimana rendahnya CSI (53,43%) tidak hanya mencerminkan kepuasan pengguna, tetapi juga merupakan indikasi kegagalan pasar dalam penyediaan layanan angkutan umum yang memadai. Secara ilmiah, hal ini menegaskan bahwa tanpa intervensi dan subsidi pemerintah yang masif, moda transportasi berkelanjutan tidak akan dapat berkembang, yang pada gilirannya akan mendorong ketergantungan penuh pada kendaraan pribadi dan memperparah kemacetan di masa depan (LOS F).
- Efek *Multiplier* Proyeksi LOS dimana proyeksi penurunan LOS hingga F pada tahun 2045 (skenario *Do Nothing*) adalah hasil langsung dari efek *multiplier* antara pertumbuhan populasi dan ekonomi yang sangat tinggi di PPU sebagai penyangga IKN. Interpretasi ini menegaskan bahwa asumsi pertumbuhan lalu lintas harus didasarkan pada model ekonomi regional baru, bukan hanya tren historis. Volume lalu lintas melebihi kapasitas secara eksponensial karena fungsi PPU sebagai kawasan penyangga (yang menarik pergerakan harian) dan pintu gerbang logistik IKN (yang menarik angkutan barang), yang membutuhkan pembangunan jalan tol dan jaringan kereta api sebagai solusi kapasitas yang tidak dapat disediakan oleh jalan biasa.

c. Konsistensi dan perbedaan dengan publikasi lain

Hasil penelitian ini menunjukkan konsistensi dalam hal bahwa infrastruktur transportasi akan menjadi tantangan utama dalam pembangunan regional. Namun, terdapat perbedaan mendasar dengan publikasi atau rencana induk LLAJ yang diterbitkan sebelum penetapan IKN.

- Perbedaan Kuantifikasi Dampak dimana publikasi sebelumnya umumnya menggunakan skenario pertumbuhan alami (normal), yang memproyeksikan penurunan LOS terjadi lebih lambat (misalnya baru mencapai LOS E pada tahun 2040 atau 2050). Temuan penelitian ini berbeda secara signifikan karena mengintegrasikan data tata ruang dan target populasi IKN secara eksplisit, yang menghasilkan lonjakan permintaan perjalanan jauh lebih cepat. Penelitian ini secara tegas menyatakan bahwa krisis kapasitas jalan akan terjadi 10 hingga 15 tahun lebih cepat dari prediksi lama.
- Perbedaan Solusi Strategis dimana sementara publikasi lama mungkin menyarankan perbaikan dan pelebaran jalan eksisting, temuan ini menunjukkan bahwa solusi tersebut tidak memadai. Hasil LOS yang sangat parah konsisten dengan rekomendasi literatur transportasi berkelanjutan, yaitu perlunya transisi cepat menuju sistem multimoda (jalan tol, rel, dan air) untuk mendistribusikan beban lalu lintas. Oleh karena itu, penelitian ini menyelaraskan diri dengan pandangan modern bahwa pembangunan IKN harus didukung oleh jaringan yang terintegrasi, bukan sekadar jalan raya yang diperlebar.

4. Kesimpulan

Penelitian ini secara kuantitatif menyimpulkan bahwa transformasi Kabupaten Penajam Paser Utara (PPU) sebagai penyangga Ibu Kota Nusantara (IKN) akan memicu krisis kapasitas jaringan jalan dan layanan angkutan umum yang jauh lebih cepat dan lebih parah dari prediksi sebelumnya. Temuan kunci berupa proyeksi *Level of Service* (LOS) yang mencapai kategori F pada koridor utama PPU paling lambat tahun 2030 dalam skenario *Do Nothing*, didukung oleh nilai *Customer Satisfaction Index* (CSI) angkutan umum yang berada pada kategori "Sangat Buruk" (53,43%), secara kolektif menjustifikasi dan memvalidasi urgensi mutlak penyusunan Rencana Induk Jaringan LLAJ. Karya ini memberikan kontribusi ilmiah dengan mengintegrasikan variabel pertumbuhan permintaan perjalanan yang didasarkan pada target populasi dan ekonomi IKN ke dalam model proyeksi lalu lintas regional, yang menghasilkan basis data yang lebih akurat dan terkalibrasi untuk perencanaan pasca-penetapan IKN. Aplikasi dari hasil ini adalah perumusan kebijakan yang mengalihkan fokus dari peningkatan kapasitas jalan konvensional ke strategi transportasi multimoda masif—meliputi pembangunan infrastruktur jalan tol dan jaringan kereta api—sebagai satu-satunya cara untuk mendistribusikan beban lalu lintas dan menjaga kinerja jaringan pada batas operasional yang memadai. Untuk penelitian mendatang, disarankan untuk menguji kelayakan dan dampak lingkungan dari integrasi moda darat-laut secara mendalam, serta mengembangkan model *smart traffic management* yang terintegrasi dengan teknologi IKN.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada LPPM-ITK, Dinas Perhubungan Kabupaten Penajam Paser Utara, dan pihak-pihak terkait yang telah mendukung penelitian ini.

Referensi

- [1] Musdalifah M, Sofyan A. P. AB, Widyasasi D, Wumu R, Gaffar SHA. Pemetaan Perubahan Tutupan Lahan Dengan Metode Supervised Classification Menggunakan Citra Landsat 8-9 di Kecamatan Sepaku Tahun 2014 dan 2024. *Journal of Geomatics Engineering, Technology, and Science* 2024;3:28–33. <https://doi.org/10.51967/gets.v3i1.46>.
- [2] Syaban ASN, Appiah-Opoku S. Unveiling the Complexities of Land Use Transition in Indonesia's New Capital City IKN Nusantara: A Multidimensional Conflict Analysis. *Land (Basel)* 2024;13:606. <https://doi.org/10.3390/land13050606>.
- [3] Haryanti A. Politik Hukum Disahkannya Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2022 tentang Ibu Kota Nusantara. *Jurnal Legislasi Indonesia* 2022;19:307–19. <https://doi.org/10.54629/jli.v19i3.936>.
- [4] Junaidi, Adisasmita SA, Pallu MS, Ramli MI. Investigating Local Resources and Wisdom in Partner Regions Surrounding the Nation's Capital for Road Network Development. *Civil Engineering Journal* 2022;8:926–37. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2022-08-05-06>.
- [5] Junaidi, Adisasmita SA, Pallu MS, Ramli MI. Assessment of Road Network Connectivity in Support of New Capital Development. *Civil Engineering Journal* 2022;8:2190–204. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2022-08-10-011>.
- [6] Aprianti L, Ali Berawi M, Gunawan S, Sari M. Conceptual design of port development to support the logistics supply of Indonesia's new nusantara capital city. 11th World Construction Symposium - 2023, Ceylon Institute of Builders - Sri Lanka; 2023, p. 367–79. <https://doi.org/10.31705/WCS.2023.31>.
- [7] Agustaniah R, Wicaksono A, Djakfar L. Potential tourist destinations for priority transportation infrastructure development in East Kalimantan. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 2022;1000:012008. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1000/1/012008>.
- [8] Putri DL, Wirawan MK, Huda AC, Aldovani AA, Natasya D. The Study of Fishing Port Networks to Support Buffer Areas in IKN. *Berkala Sainstek* 2024;12:204–9. <https://doi.org/10.19184/bst.v12i4.45876>.
- [9] Saleh A, Djakfar L, Wicaksono A. Development of Road Networks to Support the Development of the Government Center in the Capital City of Nusantara (IKN). *Rekayasa Sipil* 2025;19:178–90. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2025.019.02.6>.
- [10] Sulasno MS, Sucahyo YG. Smart Mobility Recommendation for Ibu Kota Nusantara (New Capital City of Indonesia). 2023 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech), IEEE; 2023, p. 825–30. <https://doi.org/10.1109/ICIMTech59029.2023.10278031>.
- [11] Hapriyanto AR, Azmi H. Tinjauan Strategis Perencanaan Infrastruktur Transportasi Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan di Kawasan Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara. *Jurnal Talenta Sipil* 2024;7:589. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v7i2.546>.
- [12] Afifa TF, Azahra D aAriedhita J, Saroyo BA. Analisis Dampak Investasi Ibu Kota Negara (IKN) Terhadap Keuangan Negara: Studi Kasus Pembiayaan Infrastruktur. *Jurnal*

- Akuntansi Dan Keuangan Daerah 2025;20:59–64.
<https://doi.org/10.52062/jaked.v20i1.4441>.
- [13] Andri Y, Sofyan MM, Yusuf RM, Rahardian R. Tranformasi Penetapan Ibu Kota Negara Dalam Pelayanan Publik Terkait Infrastruktur di Kabupaten Penajam Paser Utara. *Ministrate: Jurnal Birokrasi Dan Pemerintahan Daerah* 2025;7:129–40.
<https://doi.org/10.15575/jbpd.v7i2.38431>.
- [14] Xess S, Bhargava DrA. Carrying capacity of Urban Transportation Networks: A case study of designed ideal city. 7th GoGreen Summit 2021, Technoarete; 2021, p. 58–64.
<https://doi.org/10.36647/978-93-92106-02-6.12>.
- [15] Syahr ZHA, Syaifullah DH, Hakim MR, Putra SGMSR, Albana MZ, Hutapea TPD, et al. Projection of Electric Ships as Sustainable Transportation in the Capital City of Indonesia “Nusantara.” *J Phys Conf Ser* 2024;2828:012013.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2828/1/012013>.
- [16] Haradongan F. Integration of Autonomous Buses in Indonesia’s New Capital City: Pre-Planning for Smart Cities. *Journal of Southwest Jiaotong University* 2025.
<https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.60.2.5>.