

# Perencanaan Transportasi Umum Penghubung Kawasan IKN dengan Kota Balikpapan sebagai Upaya Percepatan Pembangunan Wilayah

Public Transport Planning: Linking IKN Area with Balikpapan City to Accelerate Regional Development

Irham Annafi Kishandoko<sup>1</sup>, Anandharu Risna<sup>1</sup>, Jasmine Akhiru Ramadhanti<sup>1</sup>, Frigate Rario Yusuf<sup>2</sup>

Diterima: 17 Agustus 2024

Disetujui: 21 Februari 2025

**Abstrak:** Pemindahan Ibu Kota Negara Indonesia dari DKI Jakarta menuju Provinsi Kalimantan Timur menghadapi berbagai tantangan signifikan. Penggunaan lahan hutan dan kondisi topografi yang beragam menjadi tantangan bagi proses pembangunan IKN (Ibu Kota Nusantara). Kota Balikpapan menjadi salah satu daerah penyangga IKN yang memiliki tingkat perkonomian tinggi di Provinsi Kalimantan Timur. Kota Balikpapan sebagai salah satu kota yang berbatasan secara langsung dengan Kawasan Pengembangan IKN, seharusnya memiliki keterkaitan paling besar dalam menunjang proses pembangunan IKN. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan moda transportasi umum yang menghubungkan kawasan IKN dengan Kota Balikpapan sebagai upaya percepatan pembangunan. Metode yang digunakan mencakup analisis spasial yang terdiri dari analisis fisik dasar dan perubahan tutupan lahan dengan data citra. Hasil analisis menunjukkan IKN didominasi dengan kemiringan lereng landai dan sebagian lainnya curam, sehingga moda transportasi umum yang sesuai antara lain kereta gantung, monorel, dan *bus rapid transit*, serta rencana pengembangan jaringan jalan tol bisa menghubungkan kawasan IKN dengan Kota Balikpapan sesuai prioritas jangka waktu pembangunannya. Perencanaan transportasi umum yang berkelanjutan diharapkan dapat mengatasi tantangan dalam pembangunan IKN serta meningkatkan konektivitas antara IKN dan Kota Balikpapan.

*Kata kunci: IKN, Kota Balikpapan, Transportasi Umum*

**Abstract:** The relocation of Indonesia's capital city from DKI Jakarta to East Kalimantan Province faces various significant challenges. The use of forest land and diverse topographic conditions are challenges for the development process of IKN (Ibu Kota Nusantara). Balikpapan City is one of the IKN buffer areas which has a high economic level in East Kalimantan Province. Balikpapan City, as one of the cities that borders directly on the IKN Development Area, should have the greatest connection in supporting the IKN development process. This research aims to plan public transportation mode that connects the IKN area with Balikpapan City to accelerate the city's development. The method used includes spatial analysis consisting of basic physical analysis and land cover changes with image data. The result shows IKN slope gradient is primarily gentle with some areas being steep. Therefore, the suitable types of public transportation mode in IKN include cable cars, monorails, and bus rapid transit, as well as plans to develop a toll road network that can connect IKN area with Balikpapan City according to the priority development period. Hopefully, it

<sup>1</sup> Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

<sup>2</sup> Planosentris Nusantara, Samarinda, Indonesia

is expected that sustainable public transportation can provide a solution to the challenges in IKN development, and improve the connectivity between IKN and Balikpapan City.

*Keywords: IKN, Balikpapan City, Public Transportation*

## PENDAHULUAN

Pembangunan IKN perlu dipahami sebagai suatu langkah untuk menghilangkan kesenjangan dan pemerataan kesejahteraan diberbagai wilayah (Hariati, 2022). Pembangunan IKN harus memperhatikan prinsip pemahaman prinsip dasar pembangunan ekonomi, prinsip dasar pembangunan sosial dan sumber daya manusia, serta prinsip dasar perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Prinsip dasar ini adalah bentuk sebagai salah satu strategi untuk mencapai target ekonomi Indonesia 2045 yaitu pertumbuhan ekonomi yang lebih inklusif dan merata melalui akselerasi pembangunan Kawasan Timur Indonesia.

Pembangunan Kawasan IKN membutuhkan percepatan dalam mewujudkan Ibu Kota Negara baru di Indonesia. Perkembangan Kawasan IKN juga bergantung dengan wilayah sekitarnya sebagai kawasan penyangga, Salah satunya Kota Balikpapan sebagai salah satu pusat perekonomian Provinsi Kalimantan Timur. Kawasan IKN terbagi menjadi 3 kawasan, meliputi Kawasan Inti Pusat Pemerintahan (KIPP), Kawasan IKN, dan Kawasan Pengembangan IKN. Pembagian 3 kawasan ini memiliki luas wilayah yang beragam dan cukup luas, sehingga dibutuhkan sebuah keterkaitan antar wilayah melalui transportasi umum yang bisa menghubungkan KIPP dengan Kota Balikpapan.

Pertumbuhan Kota Balikpapan tidak terpusat pada tengah kota saja. Pola pertumbuhan menyebar mengarah ke perbatasan Kota Balikpapan dengan perbatasan Kawasan Pengembangan IKN. Pola pertumbuhan ini harus diarahkan sesuai dengan penyediaan kebutuhan moda transportasi penghubung KIPP IKN. Kondisi geografis dengan topografi dan kemiringan lereng yang beragam menjadi salah satu masalah transportasi menuju KIPP IKN. Kondisi tersebut dapat terlihat melalui Puncak Gunung Parung IKN.

Dampak dari rencana pembangunan Kawasan IKN ini perlu ditinjau lebih lanjut untuk tidak menimbulkan berbagai permasalahan baru. Peningkatan jumlah penduduk berbanding lurus dengan meningkatnya moda transportasi pribadi. Peningkatan ini bisa menimbulkan berbagai permasalahan baru, seperti polusi udara meningkat, tingkat kemacetan, dan kecelakaan lalu lintas. Berdasarkan permasalahan tersebut, Analisis Spasial yang terdiri dari analisis fisik dasar dan perubahan tutupan lahan bisa memperkirakan prioritas pembangunan moda transportasi umum yang bisa menghubungkan KIPP IKN dengan Kota Balikpapan (Buchori et al., 2023; Nurhidayati et al., 2017; Sejati et al., 2019). Prioritas ini disesuaikan dengan moda transportasi yang sesuai dengan kondisi geografis dan pusat kegiatan di Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan.

Salah satu permasalahan yang bisa ditimbulkan dari adanya pembangunan Kawasan IKN berupa terjadinya kegagalan proyek pembangunan. Kegagalan proyek ini salah satunya dengan terdapat kerugian dana pembangunan karena tidak berjalan sesuai target waktu pengerjaan. Perlu adanya keterkaitan dengan kawasan penyangga, salah satunya Kota Balikpapan dalam mempercepat pembangunan baik dari kebutuhan material, SDM (sumber daya manusia), dan kemudahan akses dalam mobilitas masyarakat.

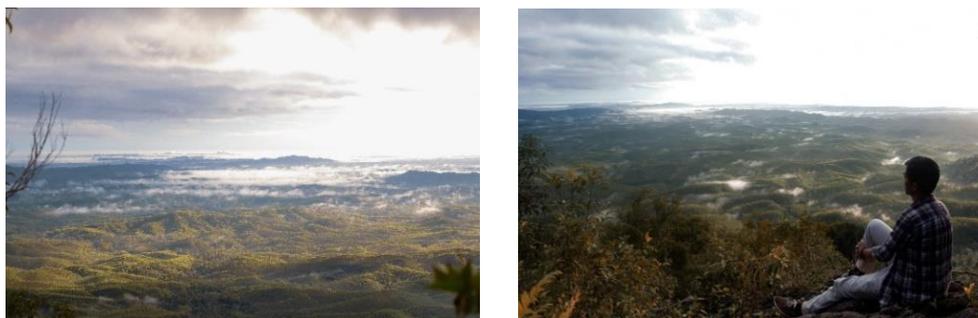
Kebutuhan penyediaan moda transportasi umum ini perlu disesuaikan dengan kondisi geografi, terutama tren perubahan tutupan lahan. Perencanaan yang melibatkan tren perubahan tutupan lahan ini bertujuan untuk meminimalisir keterbatasan sistem transit transportasi umum yang memiliki radius pelayanan besar (Ding et al., 2022; Rahmah et al., 2020). Sehingga penyediaan transportasi umum untuk kebutuhan masyarakat Kawasan IKN-Kota Balikpapan memiliki kemudahan yang tinggi dalam melakukan mobilitas (Damayanti & Handinoto, 2005). Hasil dari analisis ini bisa memperkirakan

model kebutuhan transportasi umum dalam menciptakan konsep TOD (*Transit Oriented Development*) (City of Austin Neighborhood Planning Zoning Department, 2006; Ding et al., 2022). Oleh karena itu, berbagai permasalahan transportasi dalam jangka panjang yang sudah terjadi pada perkotaan besar di Indonesia bisa diantisipasi sejak proses pembangunan Kawasan IKN berlangsung, serta mendukung dalam mempercepat proses pembangunan Kawasan IKN.

## METODE

### Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini membutuhkan berbagai data untuk melakukan beberapa Analisis Spasial yang terdiri atas analisis fisik dasar dan permodelan perubahan tutupan lahan Kawasan IKN-Balikpapan tahun 2016-2033. Jenis data yang digunakan berupa data primer melalui dua cara, yaitu pengambilan data secara observasi dan pengunduhan melalui portal *website* resmi. Pada proses pengambilan data primer melalui observasi lapangan, pengamatan dilakukan secara langsung pada beberapa kawasan yang menjadi penghubung antara perbatasan Kawasan IKN dengan Balikpapan, tepatnya pada Gunung Parung. Kondisi fisik dari Kawasan Pengembangan IKN dapat dicermati pada Gambar 1.



**Gambar 1. Observasi Lapangan Kondisi Fisik Kawasan Pengembangan IKN di Gunung Parung**

Sedangkan pada rincian kebutuhan data pada analisis fisik dasar dan perubahan tutupan lahan Kawasan IKN-Kota Balikpapan dapat dicermati pada Tabel 1 dan 2.

**Tabel 1. Data Penelitian Analisis Fisik Dasar Kawasan IKN-Kota Balikpapan**

Komponen Analisis	Nama Data	Tahun	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber	Metode Pengumpulan Data	Ketersediaan Data
Model Topografi Kawasan IKN–Kota Balikpapan	Digital Elevation Model SRTM	2018	Primer	Raster	Indo Geospasial Portal	Pengunduhan	Tersedia
Model Jenis Tanah Kawasan IKN–Kota Balikpapan	Data Jenis Tanah	2007	Primer	Shapefile	Indonesia-geospasial.com	Pengunduhan	Tersedia
Model Geologi Kawasan IKN–Kota Balikpapan	Data Formasi Geologi Regional	1983	Primer	Shapefile	Indonesia-geospasial.com	Pengunduhan	Tersedia

Komponen Analisis	Nama Data	Tahun	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber	Metode Pengumpulan Data	Ketersediaan Data
Model Kemiringan Lereng Kawasan IKN-Kota Balikpapan	Digital Elevation Model SRTM	2018	Primer	Raster	Indo Geospasial Portal	Pengunduhan	Tersedia
Model Curah Hujan Kawasan	Data Curah Hujan BMKG	2023	Primer	CSV	Pusat Database BMKG	Pengunduhan	Tersedia

Pada analisis fisik dasar terdiri dari analisis topografi, jenis tanah, geologi, kemiringan lereng, dan curah hujan. Analisis topografi, kemiringan lereng, dan curah hujan dilakukan dengan data raster yang telah diolah serta *categorize* sesuai klasifikasinya. Adapun analisis geologi dan jenis tanah dilakukan dengan analisis klasifikasi sesuai formasi susunannya berdasarkan data yang sudah ada melalui *categorize*.

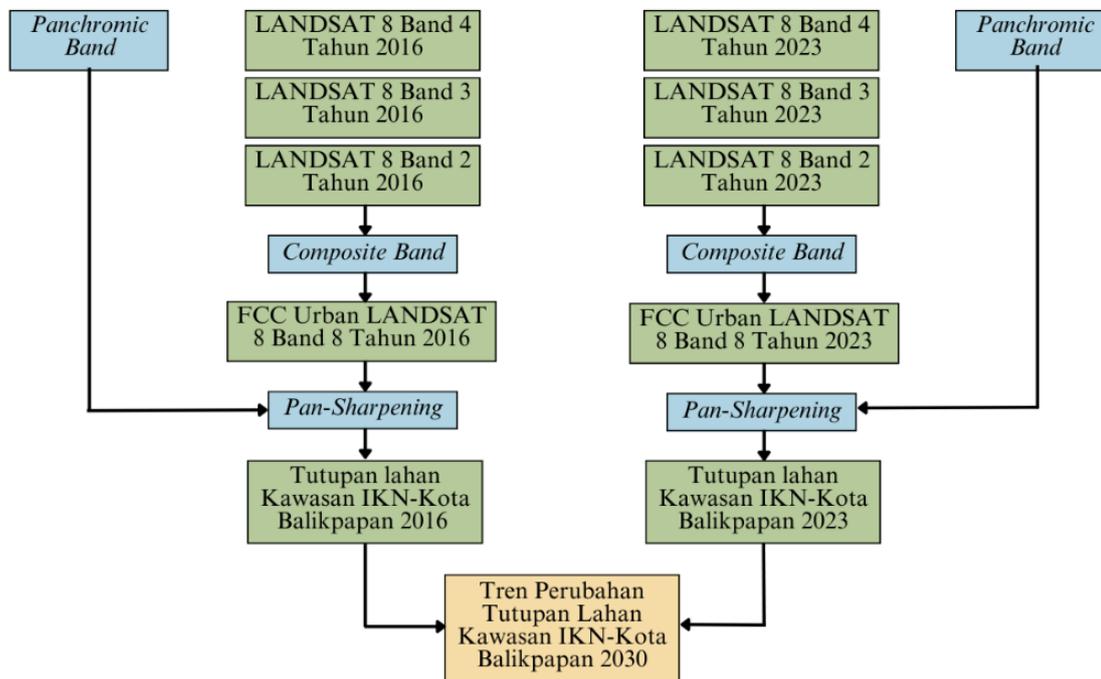
**Tabel 2. Data Penelitian Analisis Perubahan Tutupan Lahan Kawasan IKN-Kota Balikpapan Tahun 2016 dan 2023**

Komponen Analisis	Nama Data	Tahun	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber	Metode Pengumpulan	Ketersediaan Data
Model Tutupan Lahan Kawasan IKN-Kota Balikpapan	Citra satelit LANDSAT 8 (band 4, 3, dan 2)	2016	Primer	Citra Satelit	USGS	Pengunduhan	Tersedia
Model Tutupan Lahan Kawasan IKN-Kota Balikpapan	Citra satelit LANDSAT 8 (band 4, 3, dan 2)	2023	Primer	Citra Satelit	USGS	Pengunduhan	Tersedia

Data yang digunakan untuk melakukan analisis perubahan tutupan lahan ini berupa data primer dari citra satelit. Data citra satelit ini didapatkan pada *website United States Geological Survey (USGS)*. Satelit yang mengambil tangkapan citra dengan Satelit LANDSAT 7 dan LANDSAT 8 yang menjadi ekspedisi pemetaan penginderaan jauh milik Amerika Serikat.

### Metode Analisis Data

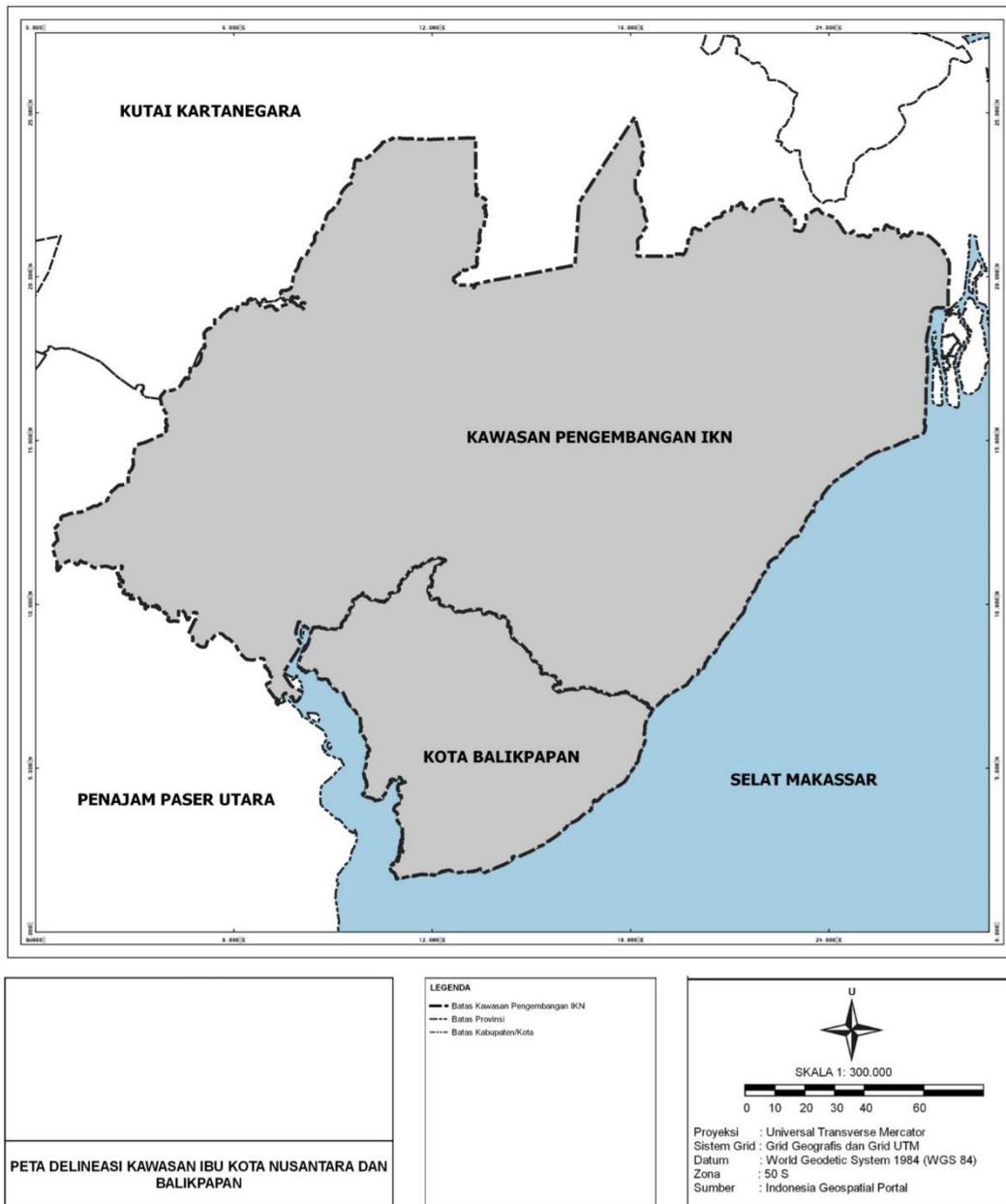
Metode analisis pada penelitian ini terdiri atas analisis data citra untuk mengetahui perubahan tutupan lahan. Pada analisis tutupan lahan terdapat empat tahapan, yaitu; *Natural Color Composite (NCC)* Urban yang merupakan kombinasi *band* dari data penginderaan jauh yang menampilkan warna berbeda. Data citra yang sudah dilakukan proses *Composite Band* perlu penajaman hasil tampilan yang diklasifikasi terbimbing menggunakan *Random Forest Classification (RFC)*. RFC merupakan penggabungan algoritma dari *training sample* yang teracak melalui *decision tree*. Kondisi ini bisa mengurangi peluang terjadinya generalisasi, sehingga model yang ditampilkan dari validitasnya lebih baik.



**Gambar 2. Kerangka Analisis Penelitian**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalimantan berperan penting sebagai kawasan penghubung antara wilayah Indonesia bagian barat dan timur. Salah satu provinsi yang menjadi studi penelitian adalah Provinsi Kalimantan Timur yang menjadi lokasi Ibu Kota Nusantara dengan titik nol IKN terletak di Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara. Pengembangan Ibu Kota Nusantara di Kalimantan Timur menegaskan peran strategis pulau ini sebagai episentrum baru dalam pemerataan pembangunan Indonesia yang tidak hanya terpusat di Pulau Jawa. Kehadiran Ibu Kota Nusantara di Kalimantan Timur diharapkan dapat membawa perubahan besar secara regional maupun nasional, baik dari segi ekonomi, pendidikan, serta infrastruktur pembangunan yang lebih cepat.



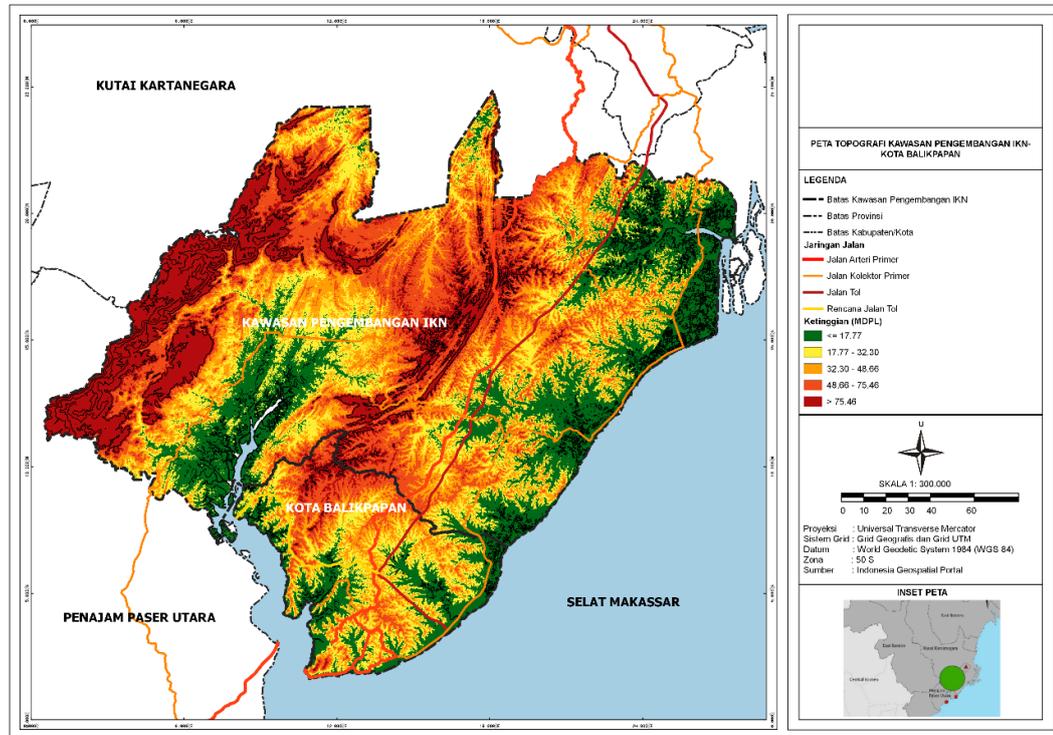
**Gambar 3. Peta Konstelasi Wilayah Perencanaan Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan**

Pembangunan IKN juga merupakan upaya pemerintah untuk mengukung pembangunan ekonomi yang inklusif dengan menyebarluaskan kutub pertumbuhan ekonomi baru sehingga tidak hanya berfokus di Pulau Jawa. Sebanyak 131,79 juta jiwa dari 271,35 juta jiwa penduduk Indonesia tinggal di Pulau Jawa sehingga mengakibatkan beban Pulau Jawa semakin berat, terutama dalam hal kepadatan penduduk yang menimbulkan beberapa permasalahan turunan seperti kemacetan lalu lintas dan polusi udara.

## Analisis Fisik Dasar Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan

### a. Topografi

Gambar 4 merupakan hasil analisis fisik topografi di Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan.



**Gambar 4. Peta Topografi Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan**

Kawasan pengembangan termasuk area yang berkontur serta memiliki kemiringan lereng landai. Kawasan dengan topografi tinggi terletak di bagian tengah kawasan pengembangan. Sedangkan kawasan dengan topografi rendah terletak dekat dengan kawasan pesisir. Pengembangan moda harus disesuaikan dengan kondisi topografi dan kemiringan lereng, selaras dengan penelitian (Okafor et al., 2023) dalam (Arief & Annisa, 2023) yang menyatakan bahwa faktor keberhasilan terpenting dalam mobilitas pintar adalah sistem transportasi yang berkelanjutan, inovatif, dan aman.

Berdasarkan pertimbangan kondisi topografi, penempatan lokasi kereta gantung dapat didesain dari topografi tinggi (kawasan pusat) menuju topografi rendah (kawasan pesisir) untuk kebutuhan transportasi massal dan penyaluran kebutuhan logistik melalui perantara pelabuhan.

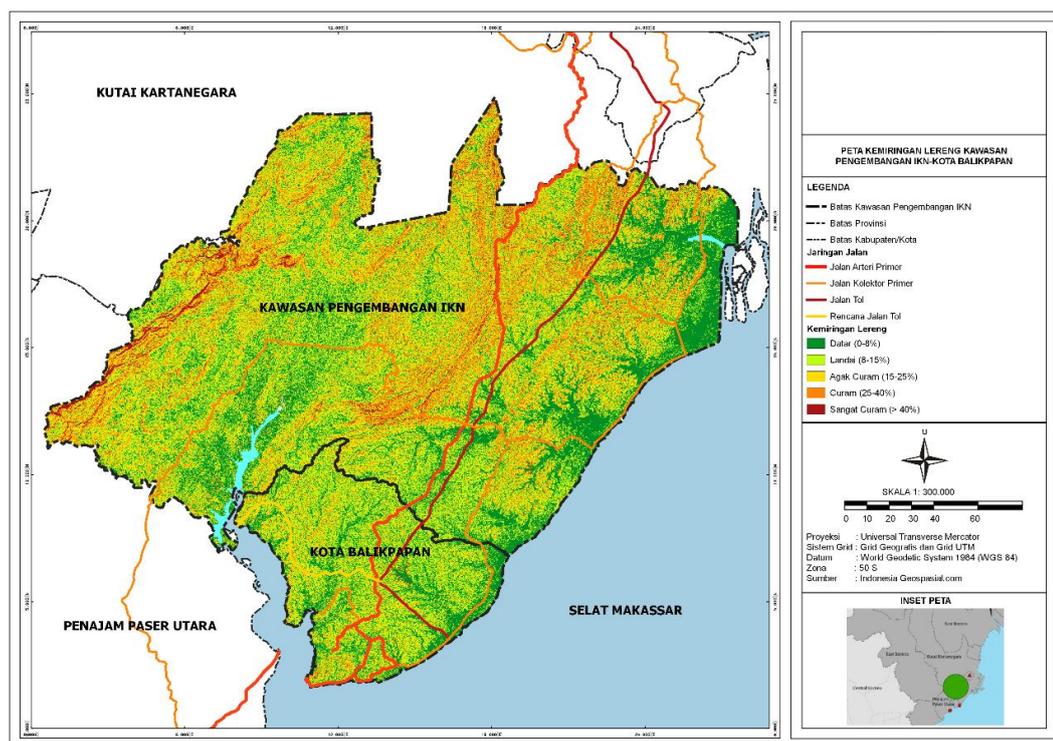
Analisis topografi kawasan pengembangan IKN sangat relevan dalam mengidentifikasi titik prioritas pertumbuhan yang menjadi pusat aktivitas di kawasan IKN. Kawasan Inti Pusat Pemerintahan terletak di daerah dengan topografi tinggi dan kemiringan landai hingga curam. Area dengan elevasi lebih tinggi cocok untuk pembangunan infrastruktur. Kawasan dengan kemiringan curam dapat dioptimalkan untuk penggunaan kereta gantung yang menghubungkan pusat pemerintahan dan wilayah sekitar.

Area perdagangan dan logistik bagian dari KSN IKN dengan fungsi utama sebagai pusat distribusi dan perdagangan komoditas kawasan terletak di kawasan Simpang Samboja. Samboja berbatasan langsung dengan Selat Makassar di sebelah timur sehingga menjadikannya sebagai salah satu kecamatan yang memiliki akses ke laut. Wilayah pesisir menawarkan akses yang lebih mudah bagi kegiatan distribusi barang dan jasa melalui jalur laut. Perencanaan pelabuhan sangat potensial di Kecamatan Semboja dan akan menjadi pelabuhan pertama di Kalimantan Timur yang terintegrasi dengan kawasan industri.

Kota Balikpapan sebagai simpul logistik untuk industri migas dan logistik di Kalimantan Timur. Kota Balikpapan mendukung mobilitas sumber daya ke IKN. Balikpapan berada dalam kawasan dengan topografi rendah dan kemiringan lereng relatif datar sehingga ideal untuk pembangunan infrastruktur perkotaan dan transportasi massal seperti Bus Rapid Transit yang dapat menghubungkan Balikpapan dengan KIPP dan pusat aktivitas lainnya di Ibu Kota Nusantara.

b. Kemiringan Lereng

Gambar 5 merupakan hasil analisis fisik kemiringan lereng di Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan.



**Gambar 5. Peta Kemiringan Lereng Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan**

Kawasan pengembangan Ibu Kota Nusantara memiliki dominasi kemiringan lereng landai yaitu berkisar antara 8-15%. Potensi lokasi dengan kemiringan landai hingga curam sangat cocok untuk pengembangan kereta gantung dan *suspended monorail*. Kereta gantung dirancang menggunakan kabel dan digerakkan menggunakan energi listrik (Fitria, 2019). Kelebihan dari kereta gantung adalah dapat digunakan pada area berkontur dengan medan yang sulit. Kawasan dengan

kemiringan lereng curam terletak pada area utara dan barat kawasan pengembangan, sedangkan kawasan dengan kemiringan lereng datar hingga landai tersebar di sebelah timur kawasan. Arah lokasi pengembangan kereta gantung dapat didesain dari hulu (kawasan sebelah utara) ke hilir (kawasan pesisir di sebelah tenggara).

Pengembangan kereta gantung direkomendasikan pada kawasan dengan kemiringan curam yaitu bagian utara dan barat kawasan pengembangan. Medan yang curam dapat diatasi dengan mudah oleh kereta gantung yang cocok dioperasikan untuk wilayah dengan kemiringan lereng yang signifikan di utara dan barat IKN. Kawasan berbukit atau lereng sulit dijangkau secara efisien oleh moda transportasi darat biasa sehingga jalur kereta gantung dapat didesain secara ideal untuk menghubungkan pusat aktivitas dari hulu ke hilir. Selanjutnya, kawasan dengan kemiringan landai hingga datar sangat ideal untuk pengembangan *Bus Rapid Transit*. BRT diharapkan bisa diintegrasikan dengan jalur utama yang menghubungkan pusat kegiatan ekonomi, pemerintahan, dan kawasan permukiman yaitu Kota Balikpapan, Kuala Samboja, dan KIPP IKN untuk mendukung konektivitas pusat kegiatan dan mendorong pertumbuhan ekonomi.

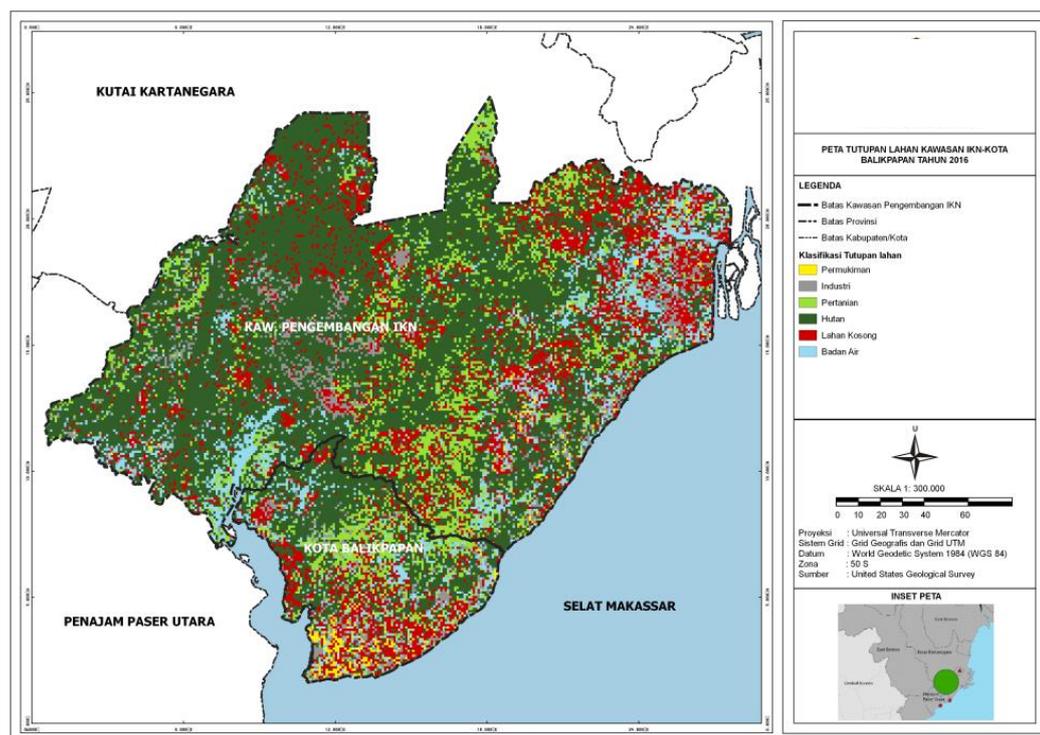
Perencanaan transportasi multimoda diperkuat dengan penelitian dari (Hapriyanto & Azmi, 2024) yang menjelaskan bahwa perencanaan transportasi di Ibu Kota Nusantara dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi cerdas, integrasi antar moda, dan perhatian aspek ekologis. Perencanaan transportasi dengan kereta gantung, suspended monorail, dan BRT juga mendukung konsep *compact city* menekankan efisiensi penggunaan lahan, integrasi transportasi publik, dan keberlanjutan lingkungan, dimana IKN mengalokasikan 75% dari total luas untuk area hijau dan hanya 25% untuk area terbangun (Daryono et al., 2023).

### **Analisis Perubahan Tutupan Lahan Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan**

Analisis perubahan tutupan lahan diperlukan untuk mengetahui bagaimana tren perubahan tutupan lahan yang terjadi. Hal tersebut akan mempengaruhi perencanaan moda transportasi, seperti penentuan jenis moda transportasi serta penentuan jalur dan kebutuhan infrastrukturnya.

#### **a. Tutupan Lahan Tahun 2**

Berdasarkan dari interpretasi data citra Satelit Landsat 8 tahun 2016, Kawasan Pengembangan IKN yang dahulunya bagian dari Kabupaten Penajam Paser Utara dan Kabupaten Kutai Kartanegara masih didominasi oleh tutupan lahan sebagai hutan. Dominasi kawasan permukiman berada pada pusat Kota Balikpapan diikuti lahan kosong dan pertanian pada pinggiran timur Kota Balikpapan.



**Gambar 6. Peta Tutupan Lahan Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan Tahun 2016**

b. Tutupan Lahan Tahun 2023

Kondisi tutupan lahan Kota Balikpapan mengalami pertumbuhan kawasan permukiman yang cukup pesat. Sedangkan pada KAPET SASASAMBA (Kawasan Pembangunan Ekonomi Terpadu Samarinda, Samarinda, Sanga-Sanga, Muara Jawa, dan Balikpapan), meliputi wilayah Kecamatan Sanga-Sanga, Muara Jawa, Loa Janan, dan Samboja, mengalami perubahan tutupan lahan pertanian yang cukup pesat. Lahan kosong mengalami perubahan sangat pesat pada KIPP yang akan menjadi pusat Kawasan IKN.



Perhitungan perubahan tutupan lahan dari keseluruhan Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan melalui *Plugin Mollusce*. Didapatkan hasil pertumbuhan signifikan pada tutupan lahan sebagai lahan kosong sebesar 29.342,06 Ha (5,03%), Pertanian sebesar 11.987,69 (2,05%), dan permukiman sebesar 9.486,95 Ha (1,63%). Sedangkan penurunan signifikan terjadi pada tutupan lahan sebagai Hutan sebesar 23.546,69 Ha (-4,04%) dan Industri sebesar 16.171,48 Ha (-2,77%). Perubahan tutupan lahan tersebut bisa dilihat pada Tabel 3.

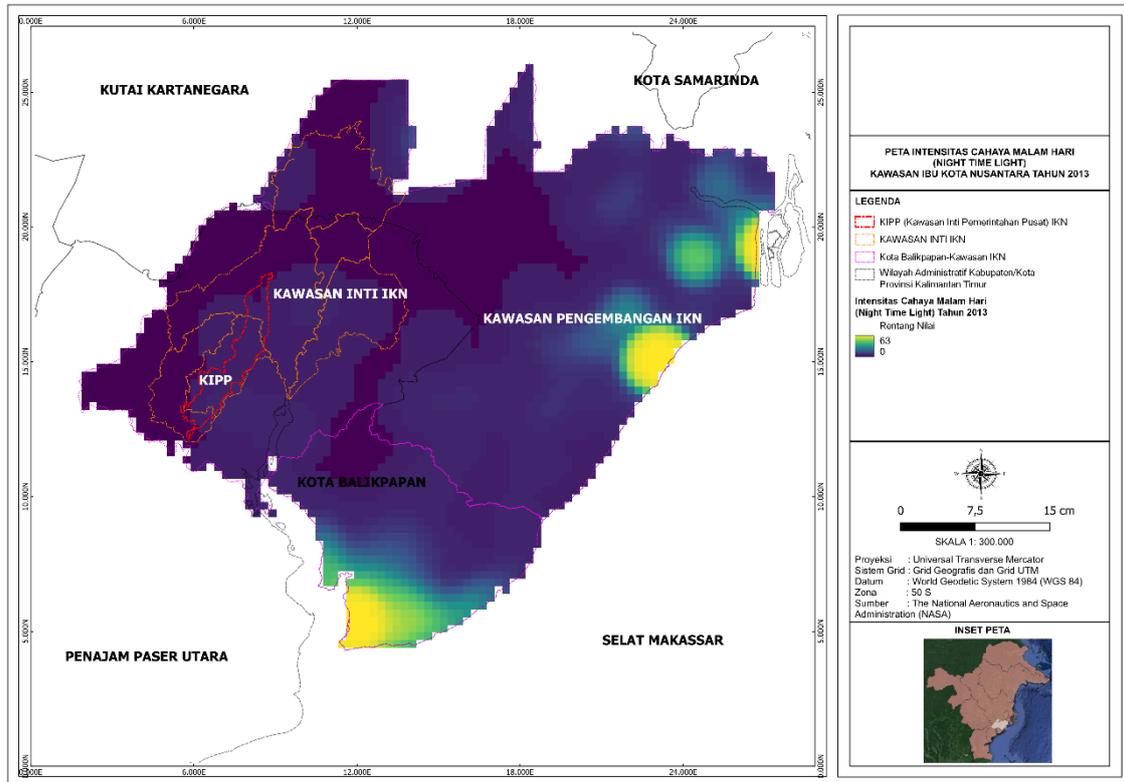
**Tabel 3. Luas Perubahan Tutupan Lahan Kawasan IKN-Kota Balikpapan Tahun 2016 dan 2023**

	Ha			Persentase		
	2016	2023	Gap Perubahan	2016	2023	Gap Perubahan
Permukiman	3.143,79	12.630,74	9.486,95	0,54	2,16	1,63
Industri	20.958,62	4.787,14	-16.171,48	3,59	0,82	-2,77
Pertanian	37.733,45	49.721,14	11.987,69	6,47	8,52	2,05
Hutan	167.645,11	144.098,43	-23.546,69	28,73	24,70	-4,04
Lahan Kosong	49.887,86	79.229,92	29.342,06	8,55	13,58	5,03
Badan Air	27.325,59	16.250,87	-11.074,72	4,68	2,79	-1,90

#### Analisis Perubahan *Night Time Light* Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan

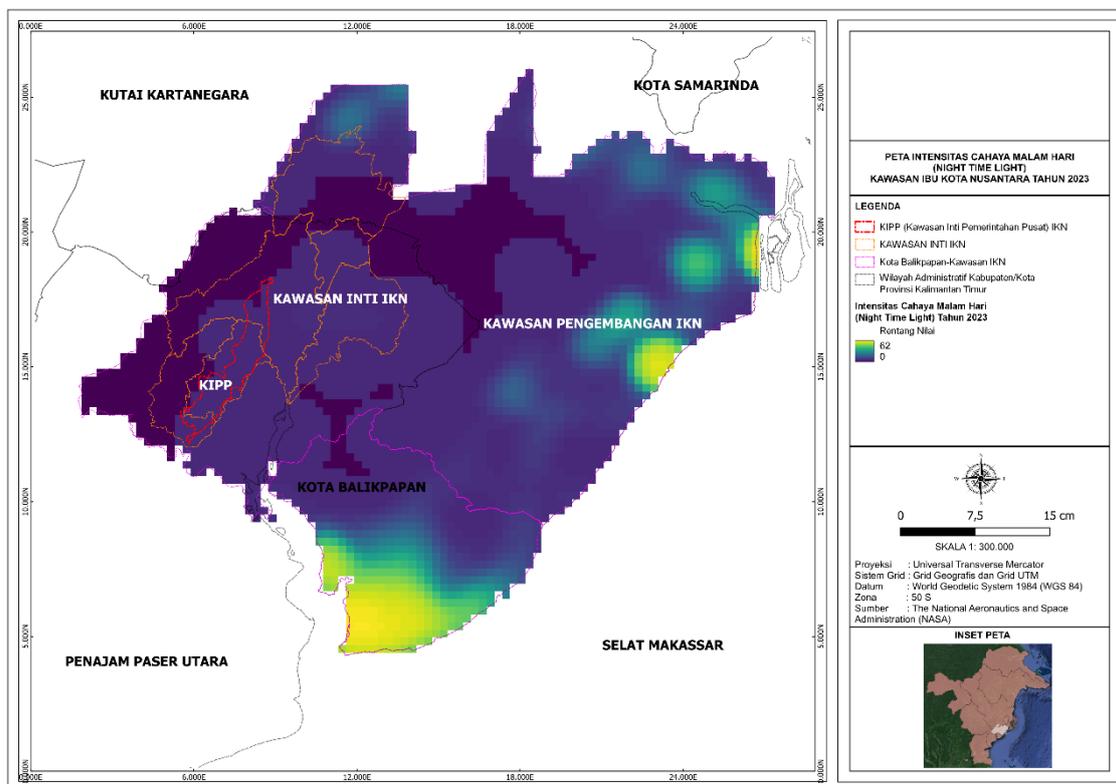
Metode penginderaan jauh dapat mengetahui perubahan tutupan lahan dan pertumbuhan ekonomi suatu wilayah (Yang & Lo, 2002; Kolios & Stylios, 2015). Pemetaan ekonomi suatu wilayah dapat ditinjau berdasarkan data intensitas cahaya malam hari. Data intensitas cahaya malam hari dapat menggunakan Citra National Polar-Orbiting Partnership Spacecraft's Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (NPP-VIIRS) (Bennett & Smith, 2017). Data Citra NPP-VIIRS didapatkan melalui portal Web National Aeronautics and Space Administration (NASA) (Mellander et al., 2014; Zhang et al., 2016).

Penelitian tentang *Night Time Light* menggunakan metode *harmonized* dalam pengolahan datanya. Berdasarkan visualisasi peta, terdapat tiga wilayah dan menjadi pusat pertumbuhan yaitu Kota Balikpapan, Kuala Samboja, dan Muara Jawa. Penelitian juga memperlihatkan perubahan NTL pada pusat-pusat pertumbuhan. Terdapat perubahan NTL yang signifikan terutama pada KIPP, Kawasan Inti IKN, dan Kawasan Pengembangan IKN yang mengindikasikan adanya dinamika aktivitas ekonomi, pembangunan infrastruktur, dan perubahan spasial di wilayah tersebut. Pembangunan infrastruktur di IKN akan menarik investasi dan mendorong pertumbuhan ekonomi di wilayah sekitarnya. Kondisi tersebut sesuai dengan penelitian McCord & Rodriguez-Heredia (2022) yang menghasilkan pusat perkotaan memiliki nilai NTL paling besar (McCord & Rodriguez-Heredia, 2022). Peningkatan aktivitas ekonomi berimplikasi pada peningkatan kebutuhan infrastruktur serta energi listrik serta penerangan sehingga akan terlihat peningkatan intensitas NTL.



**Gambar 9. Peta Integritas Cahaya Malam Hari (*Night Time Light*) Kawasan Ibu Kota Nusantara Tahun 2013**

Nilai NTL Kawasan IKN tahun 2013 menunjukkan intensitas cahaya malam hari yang relatif rendah. Berdasarkan peta yang diberikan, sebagian besar wilayah KIPP (Kawasan Inti Pemerintahan Pusat IKN) dan Kawasan Inti IKN memiliki nilai NTL yang mendekati 0 (warna gelap), sedangkan Kota Balikpapan, Kuala Samboja, dan Muara Jawa memiliki nilai NTL tertinggi yang mendekati 63 serta menjadi pusat pertumbuhan kawasan.



**Gambar 10. Peta Integritas Cahaya Malam Hari (Night Time Light) Kawasan Ibu Kota Nusantara Tahun 2023**

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan intensitas NTL di KIPP IKN, Kawasan Pengembangan IKN, dan koridor utama transportasi yang menghubungkan Balikpapan dengan IKN. Penelitian juga menunjukkan ada korelasi kuat antara NTL dengan Produk Domestik Regional Bruto. Peningkatan NTL dapat digunakan untuk memprediksi pertumbuhan ekonomi di IKN yang dapat menjadi pendorong utama bagi pertumbuhan ekonomi regional. Kondisi tersebut akan menarik migrasi penduduk yang berbanding lurus dengan konsumsi dan infrastruktur publik. Secara keseluruhan terdapat pengaruh kuat dari Kota Balikpapan sebagai gerbang utama IKN, mobilitas tenaga kerja, distribusi barang, dan aliran investasi. Kondisi tersebut sejalan dengan kedudukan Kota Balikpapan sebagai Kota Minyak, sehingga banyak investor masuk yang berdampak pada peningkatan perekonomian wilayah (Gunawan, 2023).

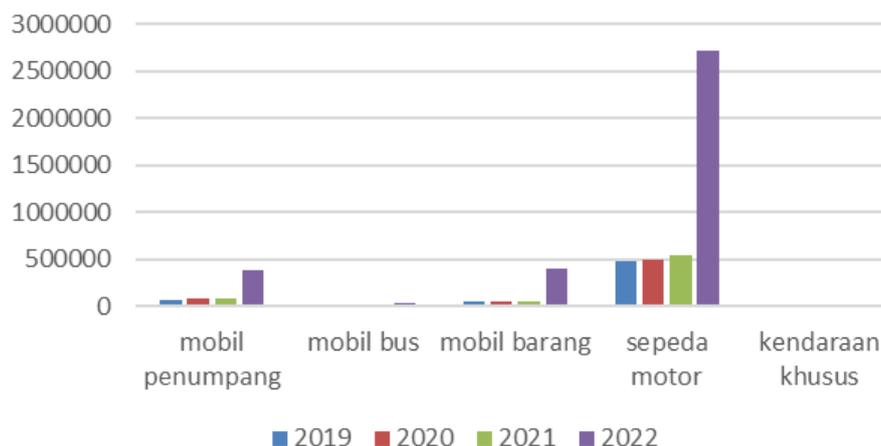
Perencanaan transportasi publik di IKN harus memperhatikan hubungan antara aktivitas ekonomi industri, migrasi, konsumsi, dan infrastruktur yang tercermin dalam pola NTL. Selain itu, integrasi yang kuat dengan Balikpapan sebagai pusat pertumbuhan utama akan menjadi faktor kunci dalam keberhasilan pengembangan transportasi berkelanjutan di wilayah ini. Pembangunan sistem transportasi massal seperti kereta gantung, *suspended monorail*, dan BRT perlu dirancang agar tidak hanya mengakomodasi kebutuhan internal IKN tetapi juga meningkatkan konektivitas regional dengan Kota Balikpapan.

Peningkatan NTL yang sejalan dengan pertumbuhan populasi dan infrastruktur publik menunjukkan perlunya pendekatan *compact city* dengan membangun jaringan transportasi yang terintegrasi dan efisien. Model transportasi berbasis *Transit-Oriented*

*Development (TOD)* di sekitar simpul transportasi pada titik KIPP, Kuala Samboja, dan Balikpapan akan memperkuat distribusi ekonomi yang lebih merata serta meningkatkan aksesibilitas bagi seluruh lapisan masyarakat. Kondisi ini sesuai penelitian Zhang & Li (2018) yang menyebutkan kota-kota pusat aglomerasi memiliki nilai NTL tertinggi daripada kota sekitarnya (Zhang & Li, 2018). Dengan pengembangan infrastruktur yang terintegrasi, ketiga wilayah ini diharapkan dapat mendukung pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat secara keseluruhan. Integrasi sistem transportasi publik yang baik akan mengurangi ketergantungan pada kendaraan pribadi serta meningkatkan aksesibilitas ke fasilitas-fasilitas penting dalam waktu yang singkat.

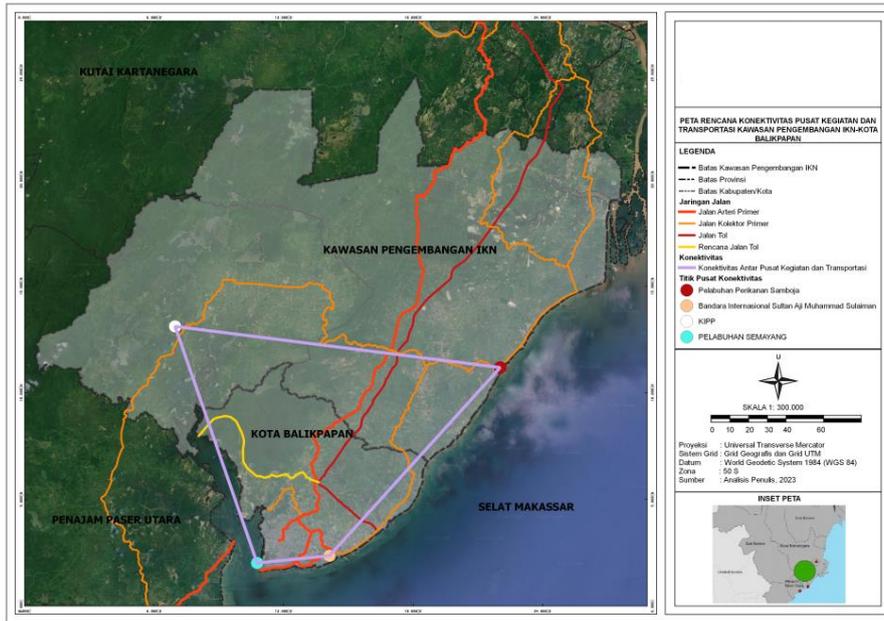
#### Penyesuaian Desain Moda Transportasi Umum terhadap Hasil Analisis Spasial (Analisis Fisik Dasar dan Perubahan Tutupan Lahan)

Berdasarkan BPS Kota Balikpapan Tahun 2022, peningkatan jumlah penduduk berbanding lurus terhadap peningkatan jumlah kendaraan pribadi. Kondisi ini terjadi peningkatan signifikan pada tahun 2022, mulai dari mobil penumpang, mobil bus, mobil barang, dan sepeda motor. Sedangkan mobil bus dan kendaraan khusus mengalami stagnasi, sehingga terdapat kemungkinan munculnya permasalahan kemacetan lalu lintas. Pada sepeda motor mengalami peningkatan paling signifikan daripada mobil penumpang dan mobil barang.



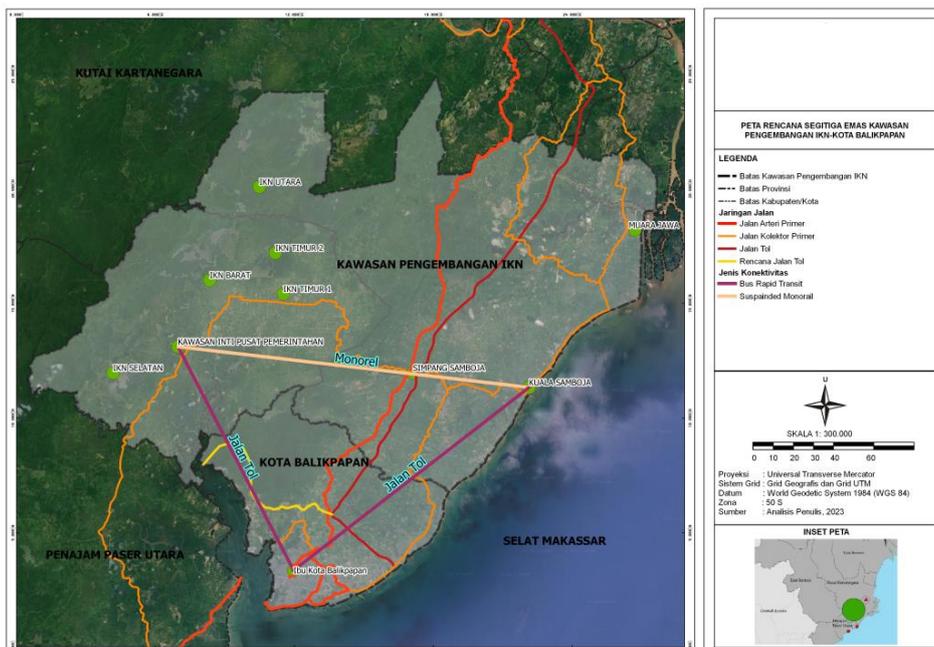
**Gambar 11. Grafik Peningkatan Jumlah Kendaraan Bermotor Kota Balikpapan Tahun 2019-2022**

Konektivitas antar pusat kegiatan dibutuhkan untuk meningkatkan produktivitas perekonomian. Pusat kegiatan yang memiliki lokasi transportasi utama, seperti pelabuhan, bandara, maupun dermaga bisa menjadi pusat kegiatan yang berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut. Terdapat 3 titik lokasi pada Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan yang bisa diintegrasikan menjadi konsep TOD dalam lingkup perencanaan wilayah, meliputi KIPP IKN, Kuala Samboja, dan Kota Balikpapan.



**Gambar 12. Peta Rencana Konektivitas Pusat Kegiatan dan Transportasi Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan**

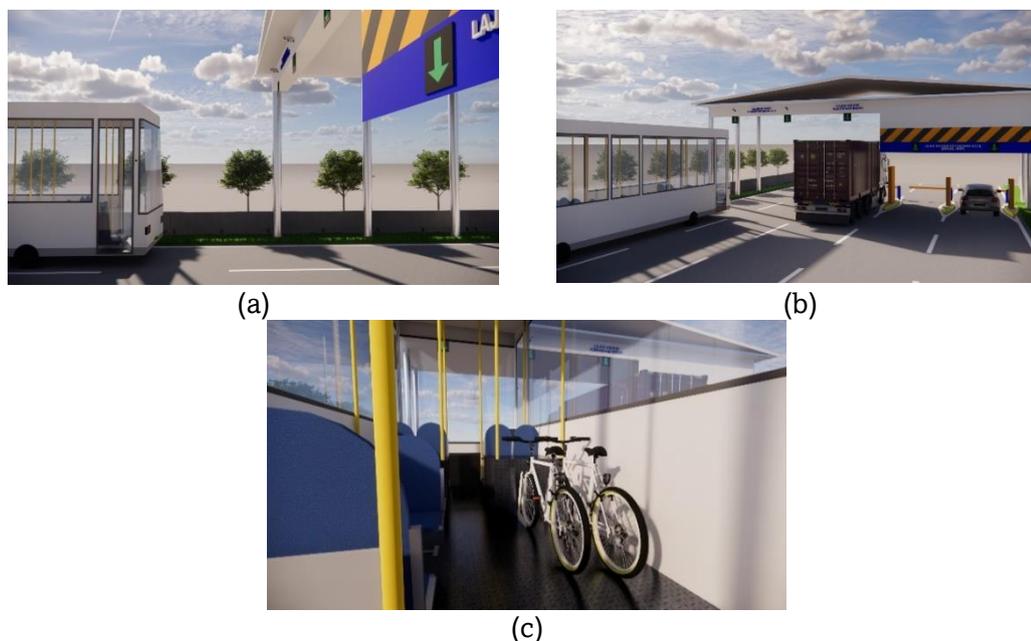
Pusat-pusat kegiatan pada Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan perlu dihubungkan untuk menciptakan konektivitas yang saling terintegrasi. Pertumbuhan pusat-pusat kegiatan bisa ditingkatkan melalui pusat kegiatan yang sudah berhasil menghasilkan kegiatan ekonomi dan sosial. Pusat kegiatan yang sudah berhasil ini bisa berdampak untuk meningkatkan pusat-pusat kegiatan yang terknokesi lainnya.



**Gambar 13. Peta Rencana Segitiga Emas Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan**

a. *Bus Rapid Transit dan Multi Lane Free Flow*

*Bus Rapid Transit* atau Bus Raya Terpadu (BRT) atau angkutan umum berbasis jalan merupakan suatu moda transportasi massal berbasis bus yang diharapkan dapat memberikan pelayanan mobilitas cepat, kenyamanan, serta dengan biaya yang rendah. Gambar 16 menunjukkan perencanaan transportasi *bus rapid transit*.



**Gambar 14. Penerapan Sistem Multi Lane Free Flow Pada Jalur Khusus Transportasi Umum (a); Sistem Pembayaran E-toll Pada Jalur Transportasi Pribadi (b); Parkir Sepeda Dalam Ruang BRT (c)**

Di Indonesia, sudah banyak perkotaan yang menyediakan layanan BRT sebagai salah satu transportasi umum. Kota Jakarta menjadi kota yang memiliki moda transportasi BRT terbanyak yang bernama Transjakarta. Bus Transjakarta menjadi salah satu sistem BRT terbesar di dunia dengan melayani 13 koridor yang tersebar di berbagai titik di Ibu Kota. Dilansir dari *Kompas.id*, sejak April 2023, rata-rata jumlah penumpang harian dari pelayanan Transjakarta menembus 1 juta penumpang.

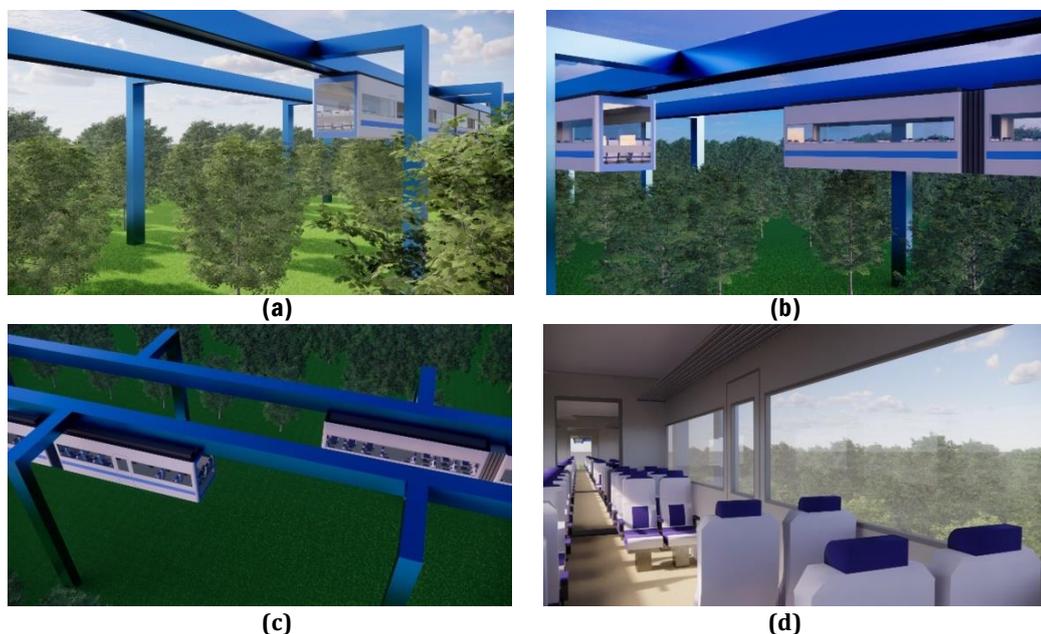
Dengan pencapaian yang luar biasa baik, Transjakarta dapat menjadi *benchmark* dari pelayanan BRT di Kawasan IKN-Balikpapan dan sekitarnya, tentunya disertai dengan peningkatan-peningkatan yang diperlukan untuk menyesuaikan kebutuhan mobilisasi. Salah satu fitur terbaik dari pelayanan BRT adalah adanya jalur khusus BRT. Jalur khusus ini memungkinkan pelayanan mobilisasi lebih cepat dan tanpa terganggu kemacetan dari penumpukan pintu gerbang tol. Namun tidak jarang ditemukan adanya BRT yang terjebak antrian di gerbang tol, sehingga menyebabkan waktu mobilisasi yang lebih lama. Oleh karena itu, timbul gagasan untuk menciptakan gerbang tol *multisystem* dengan mengkombinasikan sistem pembayaran *e-toll* bagi kendaraan kecil dan kendaraan besar, serta sistem *multi lane free flow* bagi transportasi umum termasuk BRT. *Multi lane free flow*, atau yang biasa disingkat MLFF merupakan suatu metode pembayaran tol tanpa mengharuskan kendaraan berhenti di gerbang tol. Sistem ini

sudah direncanakan untuk diterapkan di Indonesia sejak tahun 2018, namun belum sepenuhnya dilaksanakan.

Berdasarkan Badan Pengatur Jalan Tol, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, bahwa sistem MLFF akan mengakomodasi teknologi *Global Navigation Satellite System* (GNSS). Kemudian pembayaran tol akan dilakukan otomatis dengan pemindaian plat nomor menggunakan CCTV (Badan Pengatur Jalan Tol, 2022). Kelebihan sistem MLFF jika dibandingkan dengan yang lainnya adalah waktu tempuh yang lebih cepat dan efisien, tidak terjadi antrian pada gerbang tol, ramah lingkungan, serta dapat mempercepat mobilitas (Budiharjo & Margarani, 2019). Selain MLFF, muncul gagasan untuk menyediakan ruang parkir bagi sepeda di dalam bus, untuk memudahkan mobilitas masyarakat khususnya pesepeda. Ruang parkir sepeda di bus ini sebenarnya bukanlah merupakan ide baru, banyak kota dan negara lain yang sudah menyediakannya. Penempatan ruang parkir sepeda juga bisa menyesuaikan, di dalam bus ataupun di luar bus. Dengan adanya gagasan peningkatan pelayanan pada BRT, diharapkan dapat meningkatkan antusiasme masyarakat untuk memilih BRT sebagai sarana mobilitas dibandingkan dengan kendaraan pribadi.

*b. Suspended Monorail*

Monorail merupakan salah satu moda transportasi yang mampu mengangkut *penumpang* dalam jumlah banyak. Keunggulan monorail adalah jalurnya yang tidak memakan banyak ruang. Struktur lintasan monorail umumnya dibangun di atas permukaan tanah sehingga tidak membutuhkan banyak lahan. Jalur monorel biasanya berada di atas permukaan dan ditopang oleh tiang-tiang, dan dengan posisi kereta yang memegang rel (Pangestuti, 2016).



**Gambar 15. Jaringan *Suspended Monorail* (a);  
Desain Visual Kerangka Fisik *Suspended Monorail* (b);  
Kerangka Fisik Penyangga *Suspended Monorail* (c);  
Ruang Fisik *Suspende Monorail* (d)**

Moda transportasi ini sudah banyak digunakan di seluruh dunia. Salah satu lintasan monorail terpanjang adalah di Chiba, Jepang. Lintasan monorail Chiba memiliki panjang 15,2 km yang melintasi perkotaan. Monorail dapat menjadi salah satu transportasi penghubung Kawasan IKN-Balikpapan. Pilihan moda ini berdasarkan pada tutupan lahan kawasan yang dominan berupa hutan, sehingga dapat memaksimalkan pelayanan mobilitas dengan kerusakan yang minimum. Dengan keadaan geografis di IKN yang berbukit, monorail dapat menjadi opsi yang sesuai karena lintasannya fleksibel. Monorail juga cenderung menghasilkan emisi lebih rendah dibandingkan kendaraan bermotor, sehingga memiliki nilai ramah lingkungan (Barbosa, 2021). Kondisi tersebut selaras dengan penelitian (Tukimun, 2022) dalam (Hapriyanto & Azmi, 2024), yaitu perencanaan infrastruktur harus mempertimbangkan konsekuensi lingkungan seperti dampak terhadap ekosistem air, lahan, dan biodiversitas. Penerapan *forest city* dan pengurangan jejak lingkungan merupakan langkah pelestarian lingkungan. *Suspended Monorail* dibangun dengan jalur *elevated* sehingga mengurangi kebutuhan pembangunan jalan di area sensitif secara ekologis. Kondisi tersebut sejalan dengan konsep *compact city* Ibu Kota Nusantara untuk akses ke area berbukit atau kawasan hijau tanpa merusak ekosistem.

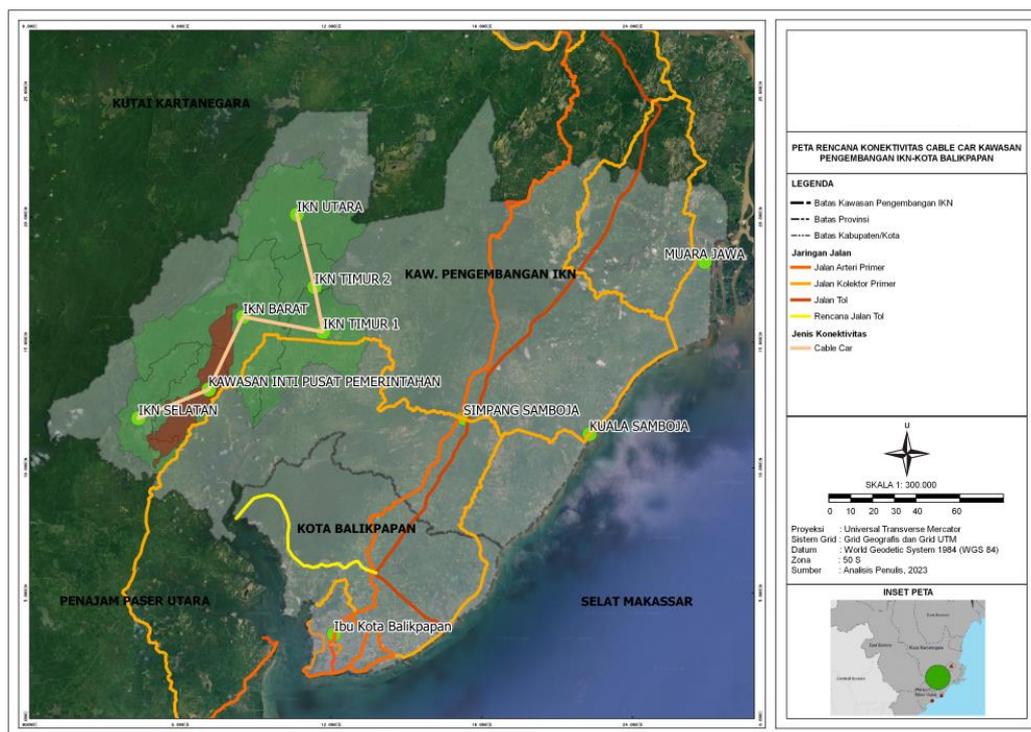
c. *Cable Car* (Kereta Gantung)

Dalam jangka waktu panjang, konektivitas antar pusat kegiatan KIPP dan Kawasan IKN harus bisa saling terkoneksi. Kondisi ini sejalan dengan penerapan Konsep '*Ten Minutes City*' yang bisa memudahkan masyarakat untuk berpindah tempat, mulai dari bekerja, sekolah, maupun mencari kebutuhan sosial. *Cable Car* bisa diterapkan dengan keberagaman topografi di kawasan tersebut. Kereta gantung atau *cable car* adalah sebuah alat transportasi yang memudahkan dalam menjelajahi wilayah dengan kontur geografis yang umumnya tidak bisa dilalui oleh kendaraan umum (Sidauruk et al., 2020).

Di Indonesia, kereta gantung umumnya digunakan dengan tujuan pariwisata dan pengangkut hasil pertanian. Namun di negara lain, kereta gantung sudah menjadi transportasi massal. Kereta gantung memiliki keunggulan berupa jalurnya yang tidak memakan banyak lahan, serta menghasilkan karbon rendah. Kereta gantung juga dapat mengangkut 4-200 penumpang, disesuaikan dengan jenis kereta gantungnya.

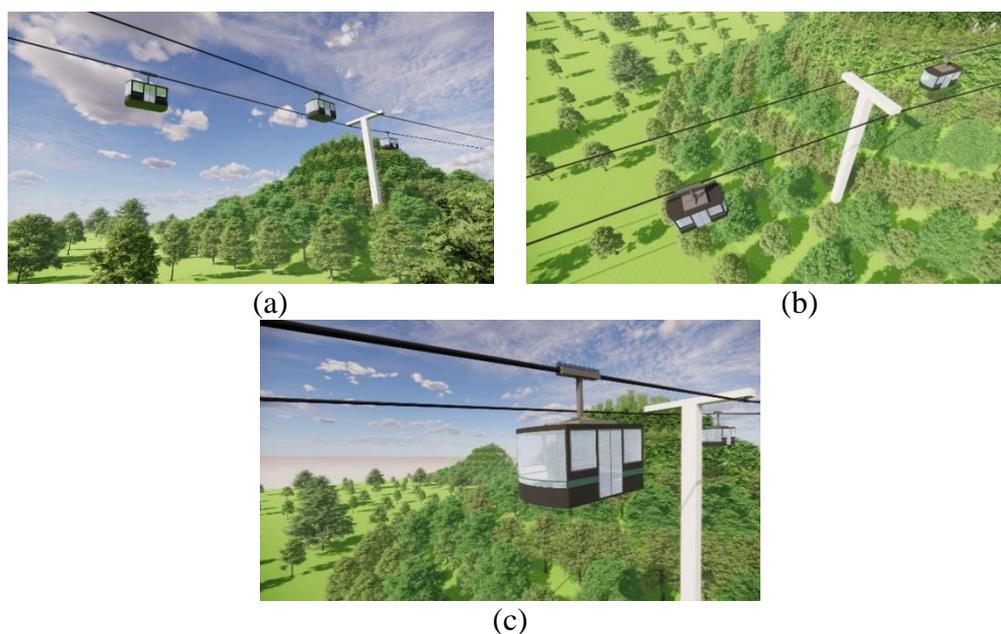
Berdasarkan informasi KLHK tahun 2019 menjelaskan bahwa pengembangan transportasi harus sejalan dengan pengendalian ekspansi fisik wilayah satelit di sekitar IKN agar tidak mentrigger deforestasi. Pada area pengembangan sebelah barat terdapat kawasan hutan konservasi dan memiliki kontur berbukit. Berdasarkan hal tersebut rancangan kereta gantung mampu memfasilitasi perjalanan yang ramah bagi zona konservasi serta mampu mengurangi kebutuhan pembangunan jalan di area sensitif secara ekologis.

Gambar 16 menunjukkan peta rencana konektivitas *cable car* di Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan. Stasiun *cable car* direncanakan untuk menghubungkan Kawasan inti IKN dengan Kawasan IKN lainnya. Perencanaan ini menyesuaikan dengan kondisi geografis Kawasan IKN yang berbukit.



**Gambar 16. Peta Konektivitas *Cable Car* Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan**

Gambar 17 menunjukkan perencanaan transportasi *Cable Car* di Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan.



**Gambar 17. Jaringan *Cable Car* (a); Tiang Penyangga Jaringan *Cable Car* (b); Desain Visual Kerangka Fisik *Cable Car* (c)**

Beberapa kota sudah menjadi pelopor penggunaan kereta gantung dalam transportasi umum, yaitu Kota Medellin dan Kolombia. Kota Medellin mengintegrasikan kereta gantung ke berbagai sistem transportasi umum seperti kereta api, kereta bawah tanah, dan bus. Kereta gantung ini berhasil menghubungkan masyarakat yang tinggal di bukit, sehingga dapat beraktivitas di pusat kota dengan lebih mudah. Penggunaan kereta gantung sebagai moda transportasi massal juga membantu mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap transportasi konvensional yang berpolusi, sehingga berpengaruh terhadap kualitas udara yang membaik (Appavoo et al., 2023). Kereta gantung dapat menjadi salah satu transportasi umum yang menghubungkan Kawasan IKN-Balikpapan. Seperti halnya di Kota Medellin, kereta gantung ini juga akan menjadi akses bagi masyarakat yang tinggal di perbukitan untuk dapat menjangkau perkotaan untuk beraktivitas. Pengembangan kereta gantung juga selaras dengan konsep *compact city* Ibu Kota Nusantara. Pengembangan desain infrastruktur yang memperhatikan aspek ekologi, seperti pengembangan koridor hijau atau pengurangan area yang terbangun mampu memelihara ekosistem yang sehat dan menyediakan ruang terbuka bagi lingkungan (Hapriyanto & Azmi, 2024). Hal tersebut sejalan dengan opsi moda kereta gantung yang memanfaatkan kondisi topografi dan efisiensi energi. Sebuah lembaga penelitian di Kanada yaitu The Centre for Sustainable Transportation (1997) dalam (Tukimun, 2022), juga mengemukakan bahwa transportasi dikatakan berkelanjutan apabila mampu membatasi emisi, meminimasi penggunaan lahan, dan mengurangi kebisingan. Pengembangan infrastruktur harus mampu menjaga dan melindungi wilayah resapan dan pengatur tata air beserta tutupan lahannya berupa hutan (Tukimun, 2022). Meninjau tutupan lahan yg sebagian besar berupa lahan hijau dan mendukung konsep *compact city*, pengembangan infrastruktur transportasi di IKN juga harus mampu melindungi satwa liar dan jaringan ruang hijau terstruktur (Tukimun, 2022). Pembangunan fisik dapat dilakukan dengan *green infrastructure* penyeberangan tipe *underpass* berupa jalan layang sejalan dengan *suspended monorail* dan kereta gantung.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menggambarkan kondisi fisik dasar dan perubahan tutupan lahan Kawasan Pengembangan IKN-Kota Balikpapan. Sebagian besar kondisi fisik dasar sudah mendukung dari pembangunan infrastruktur transportasi umum, mulai dari jaringan jalan tol (MLFF), *Suspended Monorail*, dan *Cable Car*. Dari ketika moda transportasi umum tersebut direncanakan untuk jangka waktu yang berbeda, meliputi jangka pendek, menengah, dan panjang.

Desain transportasi umum dirancang dengan memperhatikan keberlanjutan lingkungan. Daerah hutan sebagai resapan air bisa mengantisipasi munculnya bencana alam baru berupa banjir. Moda transportasi umum juga bisa mengurangi tingkat kemacetan dan polusi udara bagi masyarakat yang melakukan mobilitas. Harapannya moda transportasi masyarakat lebih mengarah pada transportasi umum yang bisa menyumbang pertumbuhan ekonomi wilayah secara langsung.

Konsep 'Segitiga Emas IKN' bisa meningkatkan perekonomian wilayah dan mempercepat pembangunan Kawasan IKN dalam jangka waktu panjang. Konsep ini bisa meningkatkan investasi untuk mewujudkan konektivitas ketiga pusat kegiatan tersebut, sehingga bisa memunculkan pusat-pusat kegiatan yang baru. Oleh karena itu, konektivitas antara KIPP IKN dengan Kota Balikpapan bisa menjadi awal dari munculnya konektivitas

pusat-pusat kegiatan lainnya, serta bisa mempercepat pembangunan IKN maupun mengantisipasi permasalahan baru dari dampak tumbuhnya urbanisasi dalam mobilitas.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dosen Pembimbing, PT. Plano Sentris Nusantara, dan Dinas PUPRP (Pekerjaan Umum Penataan Ruang dan Perumahan) Provinsi Kalimantan Timur yang sudah membantu dari keberjalanan penelitian ini. Masih terdapat banyak kekurangan dalam penelitian yang dilakukan pada “Perencanaan Transportasi Umum Penghubung Kawasan IKN dengan Kota Balikpapan sebagai Upaya Percepatan Pembangunan Wilayah” ini. Oleh karena itu, perlu adanya kolaborasi lebih lanjut dari berbagai pihak untuk menyempurnakan dari analisis penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Appavoo, J., Ortega, M., Follini, V., & Crees, C. (2023). *Kereta Gantung: Solusi Transit Rendah Karbon untuk Kota yang Sedang Berkembang*. Id.Shiftcities.Org. <https://id.shiftcities.org/post/cable-cars-low-carbon-transit-solution-growing-cities>.
- Arief, B., & Annisa, A. (2023). Optimalisasi Mobilitas Pintar Sebagai Landasan Pembangunan Kota Pintar Di Ibu Kota Nusantara Negara Indonesia (IKN). *Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS)*, 1(4).
- Badan Pengatur Jalan Tol. (2022). *Teknologi MLFF Permudah Transaksi Tol Hanya Gunakan Aplikasi untuk Semua Golongan Jenis Kendaraan*. Bptj.Pu.Go.Id. <https://bptj.pu.go.id/berita/teknologi-mlff-permudah-transaksi-tol-hanya-gunakan-aplikasi-untuk-semua-golongan-jenis-kendaraan>.
- Barbosa, F. C. (2021). *Monorail Technology Review - a Medium Capacity Transit Solution for Space Constrained Urban Environments - a Technical and Operational Review*. 2021 Joint Rail Conference, V001T08A002. <https://doi.org/10.1115/JRC2021-58382>.
- Bennett, M. M., & Smith, L. C. (2017). *Advances in using multitemporal night-time lights satellite imagery to detect, estimate, and monitor socioeconomic dynamics*. *Remote Sensing of Environment*, 192, 176–197. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.01.005>.
- Buchori, I., Zaki, A., Pang, P., Wahyu Sejati, A., Basuki, Y., & Pramitasari, A. (2023). Comparing Two Industrial Clusters in a Suburb of Semarang Metropolitan Region, Indonesia. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, 11(1), 276–296. [https://doi.org/10.14246/irspsd.11.1\\_276](https://doi.org/10.14246/irspsd.11.1_276).
- Budiharjo, A., & Margarani, S. R. (2019). Kajian Penerapan Multi Lane Fee Flow (MLFF) Di Jalan Tol Indonesia. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 6(2), 1–14. <https://doi.org/10.46447/ktj.v6i2.27>.
- City of Austin Neighborhood Planning Zoning Department. (2006). Transit Oriented Development (TOD) Guidebook. *Produced by City of Austin Neighborhood Planning and Zoning Dept.*, 5–7.
- Damayanti, R., & Handinoto, H. (2005). Kawasan "Pusat Kota" Dalam Perkembangan Sejarah Perkotaan Di Jawa. *DIMENSI (Journal of Architecture and Built Environment)*, 33(1), 34–42.
- Daryono, B. S., Sarosa, W., Ubaidillah, R., Widyatmoko, D., Purnomo, D. W., Djohan, T. S., Hadisusanto, S., Aipassa, M. I., & Setyawati, T. (2023). *Pembangunan Berkelanjutan di Ibu Kota Negara Nusantara Perspektif Biologi*. UGM PRESS.
- Ding, C., Song, Y., Qiao, X., Zhang, Y., Yu, B., & Zhang, X. (2022). Integrating land use and greenway network for metro station area transit-oriented development. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 113(June), 103539. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103539>.
- Fitria, R. N. (2019). *Pemilihan Kriteria Teknologi Kereta Gantung di Pantai Selatan Gunungkidul sebagai Transportasi Ramah Lingkungan*.
- Gunawan, A., Arfani, Z., Sari, A. M., & Seprtiani, R. (2023). Dampak Pemindahan Ibukota Negara Baru terhadap Ekonomi dan Sosial di Provinsi Kalimantan Timur. *Kultura: Jurnal Ilmu Hukum, Sosial, dan Humaniora*, 1(5), 1-8.
- Hapriyanto, A. R., & Azmi, H. (2024). Tinjauan Strategis Perencanaan Infrastruktur Transportasi Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan Di Kawasan Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara. *Jurnal Talenta Sipil*, 7(2), 589–594.
- Hariati, H., & Saputri, A. S. (2022). Best Practice Kebijakan Pembangunan Ibu Kota Negara (IKN) Di Kalimantan Timur, Indonesia. *Journal of Government and Politics (JGOP)*, 4(1), 16-28.
- Kolios, S., & Stylios, C. (2015). *Coastal marine environment monitoring using satellite data derived from MODIS instrument*. Sustainable Development of Sea-Corridors and Coastal Waters: The Ten Ecoport Project in South East Europe, 125–131.
- McCord, G. C., & Rodriguez-Heredia, M. (2022). *Nightlights and Subnational Economic Activity: Estimating Departmental GDP in Paraguay*. *Remote Sensing*, 14(5), 1–16. <https://doi.org/10.3390/rs14051150>.

- Mellander, C., Lobo, J., Stolarick, K., & Matheson, Z. (2014). *Night-Time Light Data: A Good Proxy Measure for Economic Activity?* (Vol. 3).
- Nababan, H. F. (2023). Transjakarta Kembali Capai 1 Juta Pelanggan. Kompas.Id. Diakses tanggal 28 Agustus 2023 pada <https://www.kompas.id/baca/metro/2023/06/14/transjakarta-kembali-capai-1-juta-pelanggan>
- Nurhidayati, E., Buchori, I., & Mussadun, M. (2017). Cellular Automata Modeling in the Built Up Areas Within Urban Development At Pontianak, West Borneo, Indonesia. *Geoplanning: Journal of Geomatics and Planning*, 4(2), 201. <https://doi.org/10.14710/geoplanning.4.2.201-212>.
- Okafor, C. C., Aigbavboa, C., & Thwala, W. D. (2023). A Delphi approach to evaluating the success factors for the application of smart mobility systems in smart cities: a construction industry perspective. *International Journal of Construction Management*, 23(8). <https://doi.org/10.1080/15623599.2021.1968567>.
- Pangestuti, R. (2016). *Perencanaan Geometrik Monorel Melayani Kawasan Wisata Batu, Jawa Timur*. <http://repository.its.ac.id/72800/>.
- Rahmah, C., Pradono, & Lutfi Setianingrum. (2020). *Prinsip Smart Mobility pada Smart Campus Institut Teknologi Sumatera (Itera) Berdasarkan Perspektif Mahasiswa*.
- Sejati, A. W., Buchori, I., & Rudiarto, I. (2019). The spatio-temporal trends of urban growth and surface urban heat islands over two decades in the Semarang Metropolitan Region. *Sustainable Cities and Society*, 44(July 2018), 101432. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101432>.
- Sidauruk, S., Andrianto, A., & Azhar, H. (2020). Perancangan Eksterior Kereta Gantung Sebagai Sarana Wisata Bukit Moko Berdasarkan Aspek Rupa. *eProceedings of Art & Design*, 7(2).
- Tukimun. (2022). *Konsep perencanaan infrastruktur transportasi smart, integrated sustainable \& environment friendly di kawasan Ibu Kota*.
- Yang, X., & Lo, C. P. (2002). Using a time series of satellite imagery to detect land use and land cover changes in the Atlanta, Georgia metropolitan area. *International Journal of Remote Sensing*, 23(9), 1775–1798. <https://doi.org/10.1080/01431160110075802>.
- Zhang, Q., Pandey, B., & Seto, K. C. (2016). A Robust Method to Generate a Consistent Time Series from DMSP/OLS Nighttime Light Data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 54(10), 5821–5831. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2016.2572724>.
- Zhang, X., & Li, P. (2018). A temperature and vegetation adjusted NTL urban index for urban area mapping and analysis. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 135, 93–111. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.11.016>.