

BAB III

KAJIAN LOKASI

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian kualitatif deskriptif–analitis dengan pendekatan eksploratif konseptual. Pendekatan ini dipilih karena objek kajian berupa vertiport sebagai infrastruktur pendukung eVTOL dan Urban Air Mobility (UAM) merupakan fenomena yang relatif baru, multidisipliner, serta masih dalam tahap pengembangan global. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, memahami, dan merumuskan prinsip-prinsip ideal dalam perencanaan dan perancangan vertiport melalui kajian teori, analisis standar internasional, serta studi kasus yang relevan.

Metode kualitatif digunakan karena penelitian ini tidak berfokus pada pengukuran statistik atau pengujian hipotesis kuantitatif, melainkan pada proses interpretasi, pemaknaan, dan sintesis berbagai sumber pengetahuan. Pendekatan deskriptif dilakukan dengan menggambarkan secara sistematis konsep Urban Air Mobility, karakteristik eVTOL, serta komponen teknis dan regulasi vertiport berdasarkan literatur ilmiah dan dokumen resmi seperti FAA, EASA, ICAO, dan NASA. Sementara itu, pendekatan analitis diterapkan untuk membandingkan berbagai standar dan konsep yang ada, kemudian mengidentifikasi relevansinya terhadap konteks perencanaan di Indonesia.

Pendekatan eksploratif konseptual digunakan karena belum tersedianya regulasi nasional yang secara spesifik mengatur vertiport dan eVTOL. Dengan demikian, penelitian ini berupaya mengeksplorasi berbagai model dan praktik internasional sebagai referensi awal dalam membangun kerangka konseptual yang adaptif. Proses eksplorasi dilakukan melalui:

1. Kajian Literatur (Literature Review)

Mengumpulkan dan menganalisis sumber-sumber ilmiah, jurnal internasional, laporan lembaga penerbangan, serta dokumen standar teknis terkait UAM dan vertiport.

2. Analisis Standar dan Regulasi Internasional

Mengkaji dokumen seperti *Vertiport Design Advisory Circular* (FAA), *Urban Air Mobility Framework* (EASA), serta pedoman ICAO untuk memahami parameter teknis dan keselamatan yang berlaku secara global.

3. Studi Kasus dan Studi Banding

Mengidentifikasi contoh perencanaan vertiport atau infrastruktur UAM di berbagai negara untuk memahami pendekatan desain, integrasi kawasan, serta strategi operasional yang diterapkan.

4. Sintesis Konseptual

Mengintegrasikan hasil kajian teori, regulasi, dan studi kasus menjadi prinsip-prinsip perancangan yang kontekstual dan dapat diterapkan pada kondisi spasial serta infrastruktur Indonesia.

Karena vertiport merupakan infrastruktur yang berada di persimpangan antara teknologi penerbangan dan perencanaan kota, penelitian ini juga mempertimbangkan aspek arsitektural dan urbanistik, seperti integrasi dengan kawasan CBD, efisiensi penggunaan lahan, keberlanjutan energi, serta dampak terhadap lingkungan sekitar. Analisis dilakukan secara komprehensif dengan mempertimbangkan hubungan antara aspek teknis, regulatif, dan spasial.

Hasil yang diharapkan dari pendekatan ini adalah terbentuknya suatu model teoretis vertiport ideal yang memenuhi standar keselamatan internasional, efisien secara operasional, serta adaptif terhadap kondisi infrastruktur dan karakteristik perkotaan di Indonesia. Model tersebut diharapkan dapat menjadi referensi awal dalam pengembangan regulasi nasional maupun sebagai dasar konseptual dalam proses perancangan arsitektur vertiport pada tahap selanjutnya.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga menghasilkan sintesis konseptual yang dapat berkontribusi pada pengembangan kajian arsitektur transportasi udara dan perencanaan infrastruktur mobilitas masa depan di Indonesia.

3.2 Studi Pendekatan Eksploratif dan Lingkup Penelitian

Penelitian ini berfokus pada analisis ideal perencanaan bandara udara eVTOL atau

vertiport sebagai bagian dari sistem transportasi udara baru, yaitu Urban Air Mobility (UAM), dalam konteks pengembangan infrastruktur Indonesia. Kajian dilakukan secara komprehensif dengan membagi lingkup analisis ke dalam tiga skala perencanaan, yaitu makro, meso, dan mikro, guna memastikan keterkaitan antara kebijakan nasional, sistem transportasi kawasan, serta aspek teknis-spasial tapak perancangan.

a. Aspek Makro

Pada skala makro, penelitian meninjau kebijakan nasional dan arah pembangunan transportasi berkelanjutan di Indonesia. Analisis dilakukan terhadap dokumen perencanaan strategis seperti Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020–2024 serta dokumen perencanaan Ibu Kota Nusantara (IKN).

Kajian ini bertujuan untuk memahami bagaimana konsep mobilitas berkelanjutan, pengembangan infrastruktur hijau, serta transformasi digital transportasi menjadi bagian dari agenda pembangunan nasional. Aspek ini penting karena vertiport sebagai infrastruktur baru harus selaras dengan kebijakan transisi energi, pengurangan emisi karbon, serta pengembangan kota cerdas (smart city).

Dengan demikian, analisis makro berfungsi untuk memastikan bahwa perencanaan vertiport tidak berdiri sendiri, melainkan berada dalam kerangka besar pembangunan nasional dan visi jangka panjang Indonesia.

b. Aspek Meso

Pada skala meso, penelitian menganalisis potensi integrasi vertiport dengan sistem transportasi eksisting dan rencana jaringan transportasi kawasan. Vertiport sebagai simpul mobilitas udara harus memiliki konektivitas yang kuat dengan:

- Bandara konvensional
- Pelabuhan laut
- Jalan arteri primer dan sekunder
- Sistem transportasi massal seperti LRT, BRT, dan angkutan publik lainnya

Analisis ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana vertiport dapat berfungsi sebagai bagian dari sistem multimoda yang terintegrasi. Integrasi tersebut mencakup kemudahan perpindahan moda (intermodal transfer), efisiensi waktu tempuh, serta keterhubungan dengan pusat aktivitas ekonomi dan pemerintahan.

Dalam konteks IKN, yang dirancang sebagai kota berbasis transportasi publik dan mobilitas rendah emisi, vertiport berpotensi menjadi penghubung antara kawasan inti pemerintahan, kawasan bisnis, dan wilayah penyangga di Kalimantan Timur.

c. Aspek Mikro

Pada skala mikro, penelitian memfokuskan analisis pada aspek tata ruang dan kebutuhan teknis vertiport secara spesifik. Kajian mencakup:

- Penentuan kebutuhan lahan berdasarkan standar internasional (FAA, EASA).
- Pembagian zonasi vertiport, meliputi:
 - a) Touchdown and Liftoff Area (TLOF)
 - b) Final Approach and Takeoff Area (FATO)
 - c) Apron dan Taxiway
 - d) Passenger Processing Area
 - e) Charging Hub berbasis energi terbarukan
 - f) Control & Safety Facilities
 - g) Supporting Facilities

Selain parameter teknis, analisis mikro juga mempertimbangkan aspek spasial seperti orientasi bangunan, hambatan vertikal (obstacle limitation), aksesibilitas tapak, serta dampak kebisingan terhadap lingkungan sekitar.

Dengan pendekatan ini, penelitian tidak hanya mengidentifikasi parameter teknis vertiport, tetapi juga meninjau konteks spasial, ekologis, dan sosial sebagai faktor penting dalam pemilihan lokasi dan perumusan konsep desain vertiport di Indonesia.

3.3 Lokasi

Lokasi difokuskan di Ibu Kota Nusantara (IKN), Kalimantan Timur. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada beberapa pertimbangan strategis:

1. IKN merupakan kawasan perencanaan baru yang mengusung konsep kota hijau dan cerdas (green and smart city).
2. Infrastruktur transportasi di IKN dirancang berbasis sistem multimoda dan mobilitas berkelanjutan.
3. Tersedianya rencana pengembangan energi terbarukan yang mendukung operasional

kendaraan listrik, termasuk eVTOL.

4. Fleksibilitas tata ruang sebagai kota baru memungkinkan integrasi vertiport secara lebih optimal dibanding kota eksisting yang sudah padat.

Dengan mempertimbangkan karakteristik tersebut, IKN menjadi lokasi yang relevan untuk mengeksplorasi model teoretis vertiport yang adaptif terhadap konteks Indonesia, baik dari sisi kebijakan, sistem transportasi, maupun kondisi spasial.



Gambar 9. Lokasi Site

(sumber: penulis, 2025)

3.4 Dasar Pemilihan Lokasi di Ibu Kota Nusantara (IKN)

Pemilihan Ibu Kota Nusantara (IKN) sebagai studi konteks lokasi perencanaan vertiport didasarkan pada pertimbangan strategis yang selaras dengan prinsip keberlanjutan, efisiensi energi, serta integrasi transportasi multimoda. Sebagai kota baru yang dirancang secara terencana (planned city), IKN memiliki fleksibilitas tata ruang dan infrastruktur yang lebih adaptif terhadap inovasi teknologi transportasi masa depan, termasuk sistem Urban Air Mobility (UAM).

1. Pertimbangan Geografis dan Infrastruktur

Secara geografis, IKN terletak di Kabupaten Penajam Paser Utara dan sebagian Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Posisi ini berada relatif di tengah wilayah kepulauan Indonesia, sehingga secara strategis memiliki potensi sebagai simpul distribusi nasional yang lebih seimbang antara kawasan barat dan timur Indonesia.

Dari sisi infrastruktur, kawasan IKN dirancang dengan dukungan pengembangan:

- Bandara VVIP IKN dan konektivitas ke Bandara Internasional Sultan Aji Muhammad Sulaiman (Sepinggan) Balikpapan.
- Pelabuhan logistik untuk distribusi barang dan mobilitas regional.
- Sistem transportasi berbasis kendaraan listrik dan kendaraan otonom.
- Jaringan jalan utama yang terintegrasi dengan kawasan inti pemerintahan (KIPP).

Kondisi ini memberikan peluang integrasi vertiport dengan sistem transportasi eksisting dan rencana infrastruktur masa depan. Sebagai kota yang belum mengalami kepadatan ekstrem seperti kota metropolitan lama, IKN memungkinkan perencanaan vertiport yang lebih optimal dari sisi keselamatan penerbangan, pengendalian hambatan vertikal, serta pengaturan zona kebisingan.

2. Arah Kebijakan dan Rencana Tata Ruang

Rencana Induk IKN menekankan pengembangan kota berbasis konsep *green and smart city*, dengan prioritas pada mobilitas rendah emisi (*low-carbon mobility*) dan penggunaan energi terbarukan. Hal ini sejalan dengan karakteristik eVTOL yang berbasis tenaga listrik dan dirancang untuk mengurangi emisi karbon dibandingkan penerbangan konvensional.

Berdasarkan Peraturan Kepala Otorita IKN No. 4 Tahun 2023 tentang Rencana Tata Ruang, pengembangan kawasan prioritas mengusung prinsip “Compact–Connected–Clean–Circular”, yang memiliki relevansi langsung terhadap kebutuhan perencanaan vertiport:

- **Compact**
Pengembangan kota dengan kepadatan terukur dan efisiensi penggunaan lahan mendukung desain vertiport yang berskala kompak, modular, dan terintegrasi secara vertikal dengan bangunan campuran (*mixed-use*).
- **Connected**
Sistem transportasi publik menjadi tulang punggung mobilitas kota. Vertiport berpotensi terintegrasi dengan jaringan bus listrik, *autonomous vehicle*, serta rencana sistem angkutan massal seperti LRT atau BRT, sehingga memperkuat konsep *intermodality*.
- **Clean**
Komitmen terhadap energi terbarukan dan pengurangan emisi karbon mendukung pengoperasian eVTOL berbasis listrik. Selain itu, vertiport dapat dirancang dengan sistem energi surya, penyimpanan baterai, atau integrasi hidrogen hijau sebagai sumber

energi alternatif.

- Circular

Prinsip ekonomi sirkular mendorong efisiensi material, daur ulang energi, serta optimalisasi ruang. Dalam konteks vertiport, hal ini dapat diterapkan melalui desain modular, sistem pengelolaan energi terpadu, dan pemanfaatan atap bangunan untuk fungsi tambahan seperti panel surya atau ruang publik.

3. Relevansi IKN terhadap Implementasi UAM

Sebagai kota yang dirancang untuk menjadi percontohan nasional, IKN memiliki peluang untuk menjadi laboratorium penerapan teknologi mobilitas udara masa depan. Integrasi vertiport dalam sistem transportasi IKN dapat mendukung:

- Mobilitas pejabat dan tamu negara secara cepat dan efisien.
- Konektivitas antarkawasan pemerintahan dan pusat bisnis.
- Distribusi logistik ringan atau layanan darurat berbasis udara.
- Pengembangan citra kota sebagai pusat inovasi teknologi transportasi di Indonesia.

Dengan mempertimbangkan aspek geografis, kebijakan tata ruang, kesiapan infrastruktur, serta visi pembangunan berkelanjutan, IKN menjadi lokasi yang relevan dan strategis untuk mengkaji model perencanaan vertiport yang adaptif terhadap konteks Indonesia.

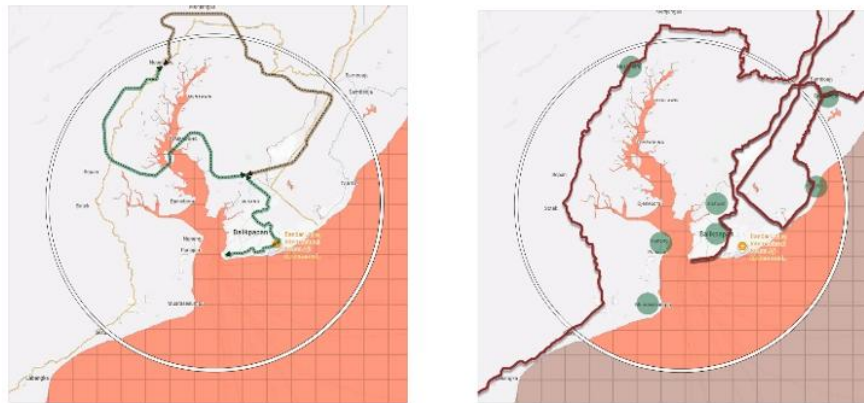
3.5 Analisis Zonasi Vertiport di IKN Berdasarkan Aksesibilitas dan Keterhubungan Transportasi dari Studi Literatur

Pengembangan jaringan vertiport di Ibu Kota Nusantara (IKN) perlu memperhatikan struktur ruang kota dan sistem transportasi multimoda yang telah direncanakan dalam Rencana Induk IKN (2022). Analisis zonasi ini bertujuan menentukan lokasi ideal berdasarkan aksesibilitas, keterhubungan moda transportasi, fungsi kawasan, dan kelayakan teknis spasial.

Prinsip Dasar Aksesibilitas dan Keterhubungan menurut Horonjeff et al. (2010), pemilihan lokasi bandara harus memenuhi prinsip “accessibility and connectivity”, yaitu kemudahan pencapaian dari jaringan transportasi utama serta keterhubungan dengan pusat aktivitas kota. Dalam konteks eVTOL dan vertiport, FAA (2022) menambahkan bahwa aksesibilitas tidak hanya melibatkan koneksi fisik, tetapi juga integrasi digital dan sistem

transportasi otonom. Oleh karena itu, analisis zonasi vertiport di IKN mengacu pada tiga lapisan keterhubungan:

a. Keterhubungan Regional – hubungan vertiport dengan bandara, pelabuhan, dan kota sekitar (Balikpapan–Samarinda).



Gambar 10. Gambar 5 Aksesibilitas Kendaraan dan Keterhubungan Jalur Kereta

Api & Jalan TOL(sumber : penulis,2025)

b. Keterhubungan Perkotaan – hubungan dengan jaringan tol, BRT, EV corridor, dan kawasan fungsional kota.

Keterhubungan Lokal – hubungan dengan jalur pedestrian, jalur sepeda, serta kawasan permukiman dan institusi publik.

3.6 Metode Berdasarkan Penyajian Data dan Studi Kasus

Proses analisis dilakukan melalui tiga tahap utama, yaitu reduksi data, komparasi teori dan kasus, serta sintesis konseptual. Data penelitian bersifat sekunder, diperoleh melalui studi literatur, studi kasus, dan analisis spasial. Sumber data mencakup teori akademik seperti Horonjeff et al. (2010), Kasarda & Lindsay (2011), serta pedoman internasional seperti FAA (2022), ICAO (2019), dan NASA (2021). Selain itu, kebijakan nasional seperti RPJMN 2020–2024 dan Rencana Induk IKN digunakan untuk memahami konteks lokal.

Tahapan analisis dilakukan secara bertahap: (1) reduksi dan klasifikasi data, (2) analisis komparatif antara teori bandara konvensional dan vertiport, (3) analisis spasial berdasarkan aksesibilitas dan keterhubungan transportasi, serta (4) sintesis konseptual untuk membentuk model perencanaan vertiport ideal di Indonesia.

Aspek	Bandara Konvensional	Vertiport (eVTOL)
Luas lahan	500–2000 ha	<5 ha (kompak, modular)
Runway	1–4 km	TLOF/FATO $\pm 30\text{--}50$ m
Energi	Bahan bakar fosil	Energi listrik terbarukan
Integrasi	Lokasi pinggir kota	Pusat kota (mixed-use area)
Aksesibilitas Kendaraan pribadi, bus Multimoda (kereta, MRT, EV, drone)		

Sintesis Konseptual

Tahap akhir analisis menghasilkan kerangka ideal perencanaan vertiport di Indonesia yang mencakup:

- a. Kriteria lokasi strategis: dekat pusat kegiatan ekonomi dan jaringan transportasi utama.
- b. Kriteria desain spasial: modular, fleksibel, dan berorientasi vertikal.
- c. Kriteria keberlanjutan: efisiensi energi, integrasi energi terbarukan, dan sistem pengelolaan kebisingan.
- d. Kriteria sosial: penerimaan masyarakat, keamanan, dan nilai estetika arsitektural.

Validasi dilakukan melalui triangulasi sumber, teori, dan konteks, dengan membandingkan data dari lembaga internasional (FAA, ICAO, NASA) dan kebijakan nasional (Bappenas, Otorita IKN).

3.7 Metode Komparasi antara Bandara Konvensional dengan Bandara Vertical eVTOL

Perkembangan teknologi transportasi udara mengalami transformasi signifikan dengan hadirnya kendaraan udara listrik lepas-landas dan mendarat vertikal (eVTOL) yang memungkinkan mobilitas udara jarak pendek di kawasan urban. Meskipun secara prinsip keduanya berfungsi sebagai simpul transportasi udara, bandara konvensional dan vertiport eVTOL memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal fungsi, skala, kebutuhan ruang, dan sistem operasional. Analisis komparatif ini bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan dan keterhubungan keduanya agar dapat dirumuskan model perencanaan vertiport yang kontekstual di Indonesia.

a. Skala dan Fungsi Operasional

Bandara udara konvensional berfungsi sebagai simpul transportasi antar-kota dan antar-negara dengan jangkauan jarak menengah hingga jauh. Fasilitasnya dirancang untuk pesawat sayap tetap (fixed-wing aircraft) yang memerlukan landasan pacu horizontal panjang, sistem navigasi kompleks, dan zona keselamatan yang luas.

Sebaliknya, vertiport eVTOL beroperasi pada skala intra-kota (urban) dengan jangkauan jarak pendek (20–100 km) menggunakan kendaraan udara listrik yang dapat lepas landas dan mendarat vertikal. Fungsinya lebih menyerupai terminal mobilitas vertikal yang menghubungkan titik-titik strategis kota seperti kawasan pemerintahan, komersial, dan hunian.

b. Kebutuhan Lahan dan Tata Ruang

Perencanaan bandara konvensional memerlukan lahan sangat luas (ratusan hektar) untuk landasan pacu, taxiway, apron, terminal penumpang, dan area penunjang lainnya. Lokasi bandara biasanya ditempatkan di luar kawasan perkotaan untuk menghindari kebisingan dan risiko operasional.



¹¹
Gambar 11. Kebutuhan Lahan Untuk
Bandara Konvensional (sumber: majalah
lintas)

Sebaliknya, vertiport dirancang kompak dan modular, dengan kebutuhan lahan yang jauh lebih kecil (0,5–6 ha) dan dapat ditempatkan di dalam kawasan urban, bahkan di atas gedung (rooftop). Pola ruang vertiport lebih vertikal dan adaptif, dengan area Take-Off and Landing (TLOF), Final Approach and Take-Off area (FATO), serta terminal mini yang terintegrasi dengan transportasi darat.



Gambar 12. Kebutuhan Lahan Untuk Bandara eVTOL

(sumber:FAA standart, ainonline)

d. Sistem Infrastruktur dan Energi

Bandara konvensional menggunakan bahan bakar fosil (avtur) dan memerlukan sistem pengisian serta penyimpanan bahan bakar besar. Infrastruktur listrik, navigasi, dan pengendalian udara bersifat kompleks dan berskala nasional (ATC).

Vertiport eVTOL justru mengandalkan energi listrik terbarukan, dengan infrastruktur pengisian cepat (fast-charging station) atau sistem baterai swap. Sistem kontrol penerbangan berskala lokal atau regional menggunakan Low-Altitude Air Traffic Management (LA-ATM) yang terhubung dengan pusat kendali utama.

e. Aspek Lingkungan dan Kebisingan

Bandara konvensional menghasilkan emisi karbon tinggi, kebisingan signifikan, dan perubahan tata guna lahan yang besar.

Sebaliknya, vertiport eVTOL memiliki jejak karbon yang jauh lebih kecil, menggunakan

tenaga listrik, serta dapat dirancang dengan sistem peredam suara alami seperti acoustic barrier, vegetasi vertikal, dan penggunaan material berpori untuk mereduksi kebisingan.