

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan transportasi global menunjukkan adanya pergeseran paradigma menuju moda mobilitas yang lebih cerdas, berkelanjutan, dan adaptif terhadap tantangan perkotaan. Salah satu inovasi terbaru dalam bidang transportasi udara adalah electric vertical take-off and landing (eVTOL), pesawat listrik yang mampu lepas landas dan mendarat vertikal. Teknologi ini dianggap mampu menjawab kebutuhan mobilitas masa depan, terutama di kawasan metropolitan yang menghadapi kepadatan lalu lintas darat, keterbatasan lahan, serta tuntutan efisiensi energi (NASA, 2021).

Bandara konvensional selama ini berperan sebagai simpul utama transportasi udara dan motor penggerak pertumbuhan wilayah. Kasarda dan Lindsay (2011) mengemukakan bahwa bandara modern bahkan dapat membentuk aerotropolis, yaitu kota yang berkembang di sekitar bandara melalui konektivitas transportasi dan aktivitas ekonomi. Namun, keberadaan bandara tradisional memiliki keterbatasan dalam konteks urban karena memerlukan lahan luas, infrastruktur pendukung besar, serta rentan terhadap dampak lingkungan. Oleh karena itu, konsep vertiport sebagai bandara skala kecil khusus eVTOL muncul sebagai alternatif baru. Vertiport dirancang lebih kompak, modular, dan terintegrasi dengan jaringan transportasi multimoda di perkotaan (Federal Aviation Administration [FAA], 2022).

Dalam konteks perencanaan bandara, pemilihan lokasi menjadi faktor krusial yang menentukan keberhasilan operasional. Horonjeff et al. (2010) menekankan pentingnya aspek topografi, arah angin, keselamatan, serta aksesibilitas dalam perencanaan lokasi bandara. Prinsip yang sama berlaku pada vertiport, meskipun dengan adaptasi pada skala dan kebutuhan yang berbeda. International Civil Aviation Organization (ICAO, 2019) juga menegaskan perlunya memperhatikan keberlanjutan lingkungan, mitigasi risiko bencana, serta keterhubungan dengan tata ruang wilayah dalam menentukan lokasi fasilitas transportasi udara.

Studi internasional memberikan gambaran implementasi vertiport dalam berbagai konteks. Singapura melalui kerja sama dengan Skyports dan Volocopter telah menguji coba vertiport di kawasan Marina Bay, menekankan integrasi dengan sistem transportasi kota yang padat (Skyports, 2021). Korea Selatan meluncurkan K-UAM Roadmap untuk mengimplementasikan

eVTOL di Seoul pada 2025, dengan fokus pada konektivitas antarmoda dan penerimaan masyarakat (Ministry of Land, Infrastructure and Transport [MOLIT], 2020). Di Eropa, European Union Aviation Safety Agency (EASA, 2022) menggarisbawahi pentingnya keberterimaan sosial dan mitigasi kebisingan sebagai faktor kunci keberhasilan urban air mobility (UAM).

Di Indonesia, arah pembangunan transportasi masa depan telah diarahkan pada prinsip keberlanjutan dan integrasi sistem multimoda sesuai dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020–2024 (Bappenas, 2020). Kawasan metropolitan seperti Jabodetabek, Semarang, dan Surabaya menghadapi tantangan kepadatan lalu lintas, polusi udara, serta keterbatasan ruang perkotaan yang membuka peluang bagi implementasi eVTOL sebagai moda transportasi alternatif.

Namun, perencanaan infrastruktur vertiport belum masuk secara eksplisit dalam regulasi nasional, sehingga diperlukan kajian akademis untuk memberikan kerangka konseptual dan preferensi lokasi yang sesuai dengan konteks Indonesia.

Perancangan Terminal eVTOL Vertikal Nusantara 2100 diproposisikan sebagai infrastruktur mobilitas udara masa depan yang tidak hanya berfungsi sebagai fasilitas transportasi, tetapi juga sebagai pusat energi dan teknologi cerdas yang mandiri serta berkelanjutan. Bangunan dirancang sebagai self-sustaining mobility hub yang mengintegrasikan sistem energi terbarukan, teknologi otomatisasi, dan strategi desain pasif tropis untuk menciptakan operasional yang efisien, rendah emisi, dan adaptif terhadap perkembangan teknologi masa depan.

Melalui pendekatan arsitektur futuristik yang responsif terhadap konteks iklim tropis Nusantara, terminal ini diproyeksikan mampu membentuk lapisan mobilitas baru dalam struktur kota vertikal, sekaligus menghadirkan ruang publik dan ekosistem hijau yang berperan sebagai penyeimbang lingkungan. Dengan demikian, proyek ini diharapkan dapat menjadi model infrastruktur urban air mobility yang inovatif, berkelanjutan, serta relevan dengan visi pembangunan kota masa depan Nusantara.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang Vertical Airport eVTOL, Sky Charging dan Energy Hub yang mampu mendukung kebutuhan akomodasi serta energi eVTOL secara cepat, efisien, dan berkelanjutan melalui sistem high-speed charging dan battery swap dalam bangunan

vertical

2. Bagaimana mengintegrasikan fungsi Regional Vertical eVTOL Hub (Vertiport) sebagai terminal penumpang antar kota dan antar pulau yang mampu berperan sebagai pusat transit regional dan simpul konektivitas udara Nusantara
3. Bagaimana merancang sistem docking dan landing eVTOL yang aman dan presisi
4. Bagaimana mengakomodasi fungsi Emergency & Public Service Air Base dalam satu kompleks terminal eVTOL vertikal tanpa mengganggu operasional penerbangan komersial dan aktivitas penumpang

1.3 Tujuan/Proporsi

1.3.1 Tujuan Penelitian

Perancangan ini bertujuan untuk menunjukkan bahwa arsitektur dapat berperan sebagai instrumen eksploratif dalam membaca dan merespons kemungkinan masa depan, melalui pendekatan perancangan konseptual dan eksperimental. Dalam konteks ini, arsitektur diposisikan tidak hanya sebagai produk akhir, tetapi sebagai media kajian dan pengujian gagasan terhadap perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan sistem industri.

Melalui integrasi antara arsitektur, sains, teknologi, industri, dan narasi fiksi masa depan, perancangan ini bertujuan untuk:

1. Menghasilkan rancangan arsitektur yang berfungsi sebagai model konseptual masa depan dalam merespons dinamika perubahan teknologi dan kebutuhan manusia. Mengeksplorasi peran arsitektur sebagai alat spekulatif untuk memvisualisasikan dan mengkritisi skenario masa depan yang belum sepenuhnya terwujud.
2. Mengkaji kemungkinan peran arsitektur sebagai ruang uji dan simulasi terhadap skenario perkembangan masa depan yang belum sepenuhnya terealisasi. Menawarkan pendekatan perancangan yang adaptif terhadap ketidakpastian masa depan melalui desain yang bersifat fleksibel, visioner, dan terbuka terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.
3. Menghadirkan pendekatan perancangan yang adaptif, fleksibel, dan terbuka terhadap perubahan, sebagai respon terhadap ketidakpastian masa depan.

1.3.2 Proporsi Penelitian

1. Kajian konseptual dan teoritis, meliputi diskursus arsitektur spekulatif, architecture as prototype, science fiction dalam arsitektur, serta hubungan antara arsitektur, teknologi, dan masa depan.
2. Perancangan arsitektur, yang menitikberatkan pada penerjemahan gagasan spekulatif ke dalam bentuk ruang, sistem bangunan, dan kawasan sebagai prototipe masa depan yang dapat diuji secara konseptual.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademis

1. Menambah referensi keilmuan dalam bidang arsitektur, khususnya terkait perancangan bangunan transportasi udara masa depan seperti terminal eVTOL.
2. Menjadi bahan pembelajaran dan acuan bagi mahasiswa arsitektur dalam memahami proses perancangan bangunan transportasi yang memanfaatkan teknologi modern dan prinsip keberlanjutan.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Memberikan gambaran awal mengenai kemungkinan penerapan terminal eVTOL vertikal sebagai bagian dari sistem transportasi perkotaan di Indonesia.
2. Menjadi bahan pertimbangan konseptual bagi arsitek, perencana, dan pihak terkait dalam merencanakan pengembangan transportasi udara perkotaan di masa depan.

1.4.3 Manfaat Konseptual

1. Menghasilkan contoh rancangan terminal eVTOL yang mampu menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan mobilitas masyarakat di masa mendatang.
2. Menunjukkan pendekatan perancangan bangunan transportasi yang mengintegrasikan sistem energi terbarukan dan teknologi pendukung secara terpadu.

1.5 Ruang Lingkup

1.5.1 Lingkup Substansi

1. Perencanaan dan perancangan Terminal eVTOL Vertikal sebagai pusat mobilitas udara masa depan.
2. Kajian fungsi utama bangunan meliputi:

- a) Terminal penumpang eVTOL
- b) Sky charging dan energy hub
- c) Sistem landing dan docking eVTOL
- d) Emergency & public service air base

3. Kajian aspek arsitektur meliputi:

- a. Tata massa dan tapak
- b. Zoning dan sirkulasi
- c. Sistem struktur dan utilitas
- d. Konsep keberlanjutan dan energi

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian kualitatif deskriptif–analitis dengan pendekatan eksploratif konseptual. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi, memahami, dan merumuskan prinsip-prinsip ideal dalam perencanaan vertiport (bandara udara eVTOL) melalui analisis teori, standar internasional, serta studi kasus yang relevan.

Pendekatan ini digunakan karena fenomena yang dikaji yaitu integrasi vertiport dalam sistem transportasi dan ruang perkotaan bersifat baru, kompleks, dan belum memiliki acuan regulatif di Indonesia. Oleh karena itu, metode ini tidak mengandalkan data kuantitatif melainkan interpretasi literatur, analisis perbandingan, dan sintesis konseptual. Hasil yang diharapkan dari pendekatan ini adalah terbentuknya model teoretis vertiport ideal yang adaptif terhadap konteks infrastruktur dan kondisi spasial Indonesia.

Penelitian ini berfokus pada analisis ideal perencanaan bandara udara eVTOL atau vertiport sebagai bagian dari sistem transportasi udara baru (Urban Air Mobility/UAM) di Indonesia. Lingkup analisis mencakup:

- a. Aspek makro – kebijakan nasional dan arah pembangunan transportasi berkelanjutan (RPJMN 2020–2024, Rencana Induk IKN).
- b. Aspek meso – potensi integrasi vertiport dengan jaringan transportasi eksisting seperti bandara, pelabuhan, jalan arteri, dan jaringan LRT/BRT.

c. Aspek mikro – tata ruang, kebutuhan lahan, dan zonasi vertiport (TLOF, FATO, area terminal, charging hub, control tower).

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

1.7 Sistematika Penulisan

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang permasalahan yang melandasi perancangan, rumusan masalah, tujuan dan proporsi penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, serta sistematika penulisan sebagai dasar pemahaman awal terhadap Tugas Akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini memuat kajian teori dan literatur yang berkaitan dengan topik perancangan, meliputi teori tentang Urban Air Mobility, eVTOL, vertiport, bandara masa depan, serta teori arsitektur dan prinsip perancangan yang digunakan sebagai landasan dalam penyusunan konsep desain.

BAB III TINJAUAN LOKASI DAN ANALISIS PERANCANGAN

Bab ini membahas kondisi lokasi perancangan yang meliputi aspek fisik, lingkungan, iklim, aksesibilitas, serta keterkaitannya dengan sistem transportasi sekitar. Selain itu, bab ini juga memuat analisis kebutuhan ruang, analisis tapak, analisis fungsi, dan analisis teknis sebagai dasar perumusan konsep perancangan.

1.8 Alur Pikir Penelitian

1. What (Apa yang Diteliti?)

Penelitian ini mengkaji konsep desain terminal eVTOL vertikal sebagai infrastruktur Urban Air Mobility (UAM) masa depan yang terintegrasi dengan struktur kota Nusantara tahun 2100.

Fokus utama penelitian meliputi:

- Perancangan vertiport dalam bentuk bangunan vertikal
- Integrasi dengan sistem transportasi multimoda
- Integrasi sistem energi terbarukan
- Adaptasi terhadap struktur urban masa depan

2. Why (Mengapa Penelitian Ini Penting?)

Beberapa alasan utama:

1. Kota masa depan menghadapi keterbatasan ruang horizontal.
2. Sistem transportasi darat semakin tidak efisien akibat kepadatan.
3. Teknologi eVTOL berkembang pesat secara global.
4. IKN dirancang sebagai kota hijau dan cerdas yang membuka peluang integrasi mobilitas udara.
5. Belum ada model desain vertiport vertikal yang kontekstual untuk Indonesia.

Penelitian ini penting untuk merumuskan konsep arsitektural yang adaptif terhadap transformasi mobilitas urban.

3. Who (Siapa yang Terlibat dan Terdampak?)

Pihak yang relevan:

- Perencana kota dan arsitek
- Otorita IKN
- Kementerian Perhubungan
- Operator transportasi udara
- Masyarakat urban sebagai pengguna
- Pengembang teknologi eVTOL

Penelitian ini menempatkan vertiport sebagai infrastruktur publik masa depan, bukan hanya fasilitas teknis.

4. Where (Di Mana Konteks Penelitian?)

Lokasi penelitian berada di:

Ibu Kota Nusantara (IKN), Kalimantan Timur

Dengan pertimbangan:

- Kota baru dengan sistem terencana
- Prinsip green and smart city
- Infrastruktur energi terbarukan
- Potensi integrasi transportasi vertikal

IKN menjadi laboratorium urban untuk menguji konsep terminal eVTOL 2100.

5. When (Kapan Konsep Ini Diterapkan?)

Penelitian memproyeksikan skenario tahun **2100** sebagai horizon jangka panjang.

Pertimbangan:

- Perkembangan teknologi eVTOL bertahap
- Evolusi struktur kota vertikal
- Transformasi sistem energi dan transportasi
- Urbanisasi berkelanjutan

Pendekatan futuristik ini memungkinkan eksplorasi desain adaptif dan visioner.

6. How (Bagaimana Penelitian Dilakukan?)

Metode yang digunakan:

1. Studi literatur tentang UAM, eVTOL, dan vertiport

2. Analisis standar internasional (FAA, EASA, ICAO)
3. Kajian konteks tata ruang IKN
4. Sintesis konsep desain arsitektural
5. Pengembangan model terminal vertikal terintegrasi

Hasil akhir berupa:

- Konsep desain arsitektural
- Strategi integrasi urban
- Model infrastruktur mobilitas udara masa depan