

KONSEP ARSITEKTUR BIOMIMETIKA PADA PERANCANGAN GEDUNG TERMINAL 4 BANDAR UDARA SOEKARNO-HATTA DI TANGERANG, BANTEN.

Article History:

First draft received:

10 Agustus 2020

Revised:

16 September 2021

Accepted:

26 September 2021

First online:

1 November 2021

Final proof received:

Print:

29 Oktober 2021

Online

1 November 2021

Jurnal Arsitektur ZONASI
is indexed and listed in
several databases:

SINTA 4 (Arjuna)
GARUDA (Garda
Rujukan Digital)
Google Scholar
Dimensions
oneSearch
BASE

Member:

Crossref
RJI
APTARI
FJA (Forum Jurna
Arsitektur)
IAI
AJPKM

Fasya Abelleia Ivanka^{1,*},

Etty R. Kridarso²,

Sri Handjajanti³

^{1,2,3} Program Studi Sarjana, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Trisakti

Jl. Kyai Tapa No.1, RT.6/RW.16, Grogol, Jakarta Barat, DKI Jakarta, 11440.

Email: ²etty.k@trisakti.ac.id

¹fasya05217044@std.trisakti.ac.id

³sri.h@trisakti.ac.id

Abstract: *The airport needs on transportation infrastructure that can accommodate transportation and business functions is increasing, with the need for a capacity up to 11,400 passengers during rush hour conditions with 38 Boeing-737 and Airbus A320 aircraft-size are a basic requirement of the Terminal 4 Soekarno-Hatta Airport. This will be answered in the finalization of the design, according to PT. Persero Angkasa Pura; An airport is an airfield whose ensures the availability of facilities for air transportation and it users for buildings equipment. An frequency adjustment of business activities, it is necessary involve the integration of the commercial and economic sectors in the airport area to encourage modes of access by developing passenger needs on terminal building in Soekarno-Hatta Airports. It is a complex-product to design to align the concept with the typology, apart from the spatial arrangement, circulation, and existing zones. The application of the concept is very necessary as a reflection of the main function and the building exploration itself, in order to create a building that can adapt to the surrounding environment and its users. Also can represent the local-culture in terms of aesthetics and material use. The Biomimetic Architecture on Terminal 4 Soekarno-Hatta Airport was segmented with the aim of showing the existing elements of locality, by choosing a concept to give the impression of a sustainable air transport-building with nature and humans as well as improving the image of the local area hoping to create a formal function building that can achieve a modern-futuristic design by applying all the philosophical elements of Biomimetic Architecture.*

Keywords: *Terminal Building, Airport, Biomimetic Architecture*

Abstrak: *Kebutuhan infrastruktur transportasi udara atau Bandar Udara yang dapat mengakomodir fungsi transportasi serta bisnis semakin meningkat, diperlukannya kapasitas mencapai 11.400 penumpang saat kondisi jam sibuk dan 38 pesawat terbang berukuran Boeing-737 dan Airbus A320 adalah kebutuhan pokok dari adanya rancangan Gedung Terminal 4 Bandar Udara Soekarno-Hatta. Hal ini yang dijawab pada hasil finalisasi desain rancangan, Menurut PT. Persero Angkasa Pura; Bandar Udara adalah lapangan udara yang perlengkapannya menjamin ketersediaan fasilitas angkutan udara untuk masyarakat, dari segi bangunan dan peralatannya. Adanya penyesuaian frekuensi aktivitas bisnis, maka keterlibatan atas integrasi sektor komersil dan ekonomi dalam area bandara mendorong moda akses kebutuhan dari adanya pengembangan gedung terminal penumpang pada kawasan kompleks Soekarno-Hatta. Hal yang sensitif dari menghasilkan rancangan untuk menyelaraskan tema dengan tipologinya, selain dari penataan ruang, sirkulasi, serta zona yang ada. Penerapan tema sebagai cerminan fungsi dan eksplorasi bangunan itu tersendiri, guna menciptakan bangunan yang dapat beradaptasi dengan lingkungan dan penggunaannya. Serta merepresentasikan budaya dari wilayah setempat pada sisi estetika dan penggunaan material. Arsitektur Biomimetika pada Bandar Udara Terminal 4 Soekarno-Hatta ini diulas bertujuan untuk memperlihatkan unsur lokalitas yang ada, pemilihan konsep ini memberikan kesan fungsi bangunan*

transportasi udara yang berkesinambungan antar alam dan manusia serta meningkatkan citra kawasan setempat dengan harapan dapat menciptakan bangunan dengan fungsi formal yang modern-futuristik dengan cara menerapkan unsur filosofis dari Arsitektur Biomimetika.

Kata Kunci: Gedung Terminal, Bandar Udara, Arsitektur Biomimetika

1. Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur berbasis fungsi transportasi udara, khususnya bandar udara di wilayah Ibukota merupakan multimoda utama dalam pengembangan sektor komersial dan perekonomian. Saat ini, kebutuhan fungsi komersil pusat suatu metropolitan dapat ditemukan dalam kawasan bandar udara, hal tersebut juga yang menjadikan potensi dari adanya pengembangan perancangan gedung terminal penumpang pada Kawasan Komplek Bandar Udara Soekarno-Hatta. (Puslitbang Transportasi Antarmoda, 2016)

Strategi dari pengembangan bandar udara sebagai cara meningkatkan kepentingan dan kebutuhan serta estetika bangunan yang dapat menjadi cerminan sekaligus representatif budaya dari wilayah setempat. Dengan adanya gedung terminal penumpang 1, 2, dan 3 *Ultimate*, rupanya masih belum cukup untuk mawadahi kebutuhan aktivitas penggunaannya. Dikarenakan permasalahan utama pada sisi kapasitas dan sirkulasi kegiatan, penataan ruang, serta jarak tempuh waktu untuk mencapai kebutuhan dalam bandara yang lebih efektif.

Adanya desain bangunan Bandar Udara eksisting di dalam Kawasan Komplek Bandara Soekarno-Hatta, sebagai referensi alternatif serta perbandingan perkembangan desain secara kasat mata pada tampak/fasad, sirkulasi, zona kebutuhan, kapasitas, dan tema arsitektur bangunan (Rizki dkk., 2020) yang diaplikasikan pada gedung terminal penumpang 1, 2, dan 3 *Ultimate*. Konsep Arsitektur Biomimetika yang diaplikasikan pada perancangan ini, dikembangkan dari teori dasar tema pada buku "*Biomimetics for Architecture*", 2019, Jan Knippers (Apipah & Wirasmoyo, 2021). Sebagai referensi dan pedoman dasar dalam proses perancangan berlangsung (Havidz & Ashadi, 2020).

Tujuan penulisan jurnal ini guna sebagai pembahasan atas pengaplikasian tema bangunan yang memperdayakan lingkungan pada tipologi bangunan formal yang bersifat publik, sebagai gambaran perkembangan desain dari bandar udara eksisting dengan yang akan datang secara lebih spesifik. Agar manfaat dari adanya fungsi bangunan transportasi udara ini dapat mawadahi kebutuhan serta ruang-ruang pokok yang terus berkembang kebutuhannya.

1.1 Kajian Teori

A. Pengertian Bandar Udara

Bandar Udara adalah sebuah fasilitas publik transportasi udara untuk mawadahi kegiatan lepas landas dan mendarat, suatu Bandar Udara dinilai paling sederhana memiliki landasan pacu yang dilengkapi dengan fasilitas lainnya baik untuk operator maupun bagi pengguna bangunan terminal tersebut. (*Bandar Udara - Wikipedia Bahasa Indonesia, Ensiklopedia Bebas*, n.d.)

Menurut Annex 14 dari ICAO (*International Civil Aviation Organization*); Bandar Udara merupakan area daratan atau perairan yang diperuntukan secara keseluruhan sebagai pergerakasan transportasi udara, mulai dari bangunan, instalasi dan peralatannya (Menhub, 2017). Menurut PT. Persero Angkasa Pura; Bandar Udara adalah lapangan udara yang perlengkapannya menjamin ketersediaan fasilitas bagi angkutan udara untuk masyarakat, mulai dari bangunan dan peralatannya. (*Definisi BANDARA (Bandar Udara) Menurut Ilmu Penerbangan & Fungsinya*, n.d.)

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No.39 Tahun 2019; Bandar Udara adalah kawasan di daratan maupun perairan dengan batasan tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, menaikan dan menurunkan penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta dilengkapi dengan fasilitas pokok dan penunjang lainnya. Dengan fungsi yang mempercepat arus lalu lintas penumpang, kargo, dan servis melalui transportasi udara, mempercepat siklus perekonomian, memperkuat dan mengembangkan transportasi yang terintegrasi dengan sektor lainnya. Dengan bertujuan menjadi penyelenggara Bandar Udara yang terpadu, efisien, andal, dan memiliki daya saing global untuk menunjang pembangunan nasional. (*MENTERI PERHUBUNGAN REPUBLIK INDONESIA*, n.d.)

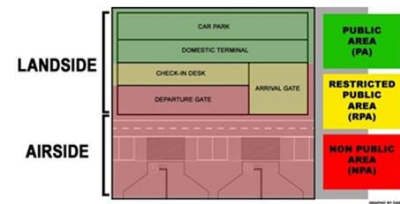
B. Klasifikasi Tipologi Bandar Udara

- 1. Bandar Udara Konvensional:** merupakan Bandar Udara diatas daratan pada umumnya, yang memiliki fungsi pokok dengan tambahan fungsi penunjang lainnya. Gedung Terminal yang umum dibangun untuk mempermudah, mempercepat, dan mengembangkan transportasi udara yang saling

terhubung dengan sektor pemersatu nasional maupun internasional. Contoh: Bandar Udara Soekarno-Hatta (*Bandar Udara - Wikipedia Bahasa Indonesia, Ensiklopedia Bebas, n.d.*)



Gambar 1.1. Bandar Udara Soekarno-Hatta
Sumber: (*Bandar Udara - Wikipedia Bahasa Indonesia, Ensiklopedia Bebas, n.d.*)
Diakses pada April 2021



Gambar 1.2. Gambaran Umum Penataan Zoning Bandara
Sumber: (*Website Penerbangan Indonesia - Pengenalan Umum Bandar Udara, n.d.*)
Diakses pada April 2021

2. Kriteria Bangunan Bandar Udara

Digolongkan menurut jenis pesawat yang beroperasi dan karakteristik operasinya dengan memperhatikan kebutuhan fasilitas yang tersedia dikategorikan berdasarkan *Runway*, Alat Navigasi, Kapasitas Hangar, dsb. Terminal bandar udara awalnya terbuka langsung menuju landasan: penumpang dapat berjalan atau menumpang bus menuju pesawatnya, dan bahkan banyak bandar udara besar memiliki "gerbang bus" untuk melayani pesawat di terminal utama. (*Terminal Bandar Udara - Wikipedia Bahasa Indonesia, Ensiklopedia Bebas, n.d.*)

Tipe Penerbangan Internasional, yang ditetapkan untuk melayani rute penerbangan dari dan ke luar negeri, sedangkan Tipe Penerbangan Domestik yang ditetapkan untuk melayani rute penerbangan dalam negeri sebagai simpul jaringan transportasi sesuai dengan hierarki, yaitu pusat penyebaran, sebagai pintu gerbang kegiatan perekonomian nasional dan internasional, sebagai tempat kegiatan alih moda transportasi. (*Direktorat Jenderal Perhubungan Udara / Bandar Udara, n.d.*)

Menurut Menteri Perhubungan No.39 Tahun 2019, Klasifikasi Bandar Udara di Indonesia tatanan kebandarudaraan berkembang menjadi; Bandar Udara sebagai wadah alih moda transportasi dengan jaringan yang sebagai simpul yang terstruktur dan dinamis dalam kebutuhan fungsi wadah dari transportasi udara sesuai dengan hierarkinya, sebagai penunjang dalam tingkat kebutuhan pintu gerbang perekonomian dalam pembangunan dan keseimbangan fasilitas negara, sebagai pembuka/pengenal industri dan perdagangan dari daerah-daerah yang berpotensi, sebagai prasarana yang mewujudkan wawasan kesatuan dalam bentuk politik, ekonomi, sosial budaya, dan pertahanan keamanan, dalam rangka mempersatukan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI). (*MENTERI PERHUBUNGAN REPUBLIK INDONESIA, n.d.*)

C. Pengertian Arsitektur Biomimetika

Arsitektur Biomimetika, Berdasarkan literatur Arsitektur Biomimetika adalah cabang teknis biologis yang diplakasikan pada desain, baik di bidang struktur maupun fungsi yang menyerupai atau memiripkan dengan makhluk hidup. (*Mengenal Arsitektur Biomimetika, Konsep Bangunan Yang Meniru Makhluk Hidup, n.d.*)

Bersinergi dengan konsep "green", atas penerapan Biomimetika pada bangunan. Arsitektur Biomimetika berhubungan dengan alam dan manusia yang saling bergantung. Maka bukan hanya menuntut dari bentuk makhluk hidup atau alam saja, tetapi melainkan mampu menghadirkan desain yang ramah lingkungan, selaras dengan kondisi alam sekitar, atau bangunan yang dapat beradaptasi layaknya makhluk hidup. (*Biomimetics for Architecture: Learning from Nature - Google Books, n.d.*)

D. Klasifikasi dan Prinsip Arsitektur Biomimetika

Karakteristik Arsitektur Biomimetika

Arsitektur Biomimetika adalah tema yang menggunakan alam sebagai inspirasi, referensi, dan pedoman dalam merancang sebuah konsep di bidang arsitektur. Prinsip dari Biomimetika berpacu kepada biomimikri yang dimana mencakup atribut alami, meliputi;

- Alam menggunakan energi secukupnya
- Alam dapat menyesuaikan bentuk dengan fungsi

- Alam dapat mendaur ulang segala hal
- Alam yang beragam
- Alam menganut lokalitas

Menurut *Biomimetic Guild*, Arsitektur Biomimetika memiliki tiga tingkatan yang dapat diaplikasikan pada desain, yaitu bentuk, proses, dan ekosistem. Karakteristiknya yang mirip dengan Biomimikri termasuk dengan golongan kriterianya menjadikan Implementasi Biomimetik berpengaruh dengan tingkat organisme, tingkat perilaku, tingkat ekosistem, pengaruh bentuk, material, konstruksi, proses, dan fungsi yang ada pada objek arsitektur. (Peters, *NATURE AS MEASURE THE BIOMIMICRY GUILD*, 2011)

Filosofi Arsitektur Biomimetika

11 unsur filosofi yang dijadikan pedoman dalam penerapan tema Biomimetika;

1. **Keterbukaan:** pertukaran sumber daya, energi, dan informasi dengan lingkungan sebagai kategori berarsitektur. Yaitu keterbukaan fisik seperti pada hal aksesibilitas, visibilitas, dan permeabilitas.
2. **Organisasi Diri:** pada pengaplikasian struktur yang memanfaatkan material sehingga otomatis terbentuk seperti pola
3. **Pemrosesan Informasi:** informasi penting pada semua fase dan ukuran lingkungan buatan, pada perencanaan dan perancangan informasi harus tersedia dan disebarakan secara detil dari proses membangun hingga fase operasional (contoh: pemaparan perancangan)
4. **Batasan:** organisme hidup dengan keterbatasan dalam ruang dan waktu, batasan ini diaplikasikan pada perancangan sebagai kualitas seperti batasan fungsional, ukuran, dan material
5. **Keteraturan:** dalam lingkup arsitektur, bentuk dan objek ditentukan dengan pola, ukuran dipengaruhi dengan kapabilitas lingkungan, dan regulasi yang telah ditetapkan, gaya bangunan dipengaruhi dengan bangunan sejenis atau hierarki antar masing-masing fungsi peruntukan bangunan, dll
6. **Propagasi:** skala bangunan terjadi melalui pembedaan fungsi yang akan beroperasi
7. **Pertumbuhan:** pertumbuhan dapat dibagi menjadi skala perkotaan, bangunan individu, maupun material
8. **Energi:** keluar-masuknya energi pada sebuah lingkungan buatan dikontrol agar menghindari efek yang tidak diinginkan
9. **Reaksi:** cara merespon hal, kondisi bangunan, dan aktivitas pengguna, dialihkan melalui energi yang digunakan. Reaksi terjadi dalam berbagai skala dan kerangka waktu, cepat atau lambat dari material, tipologi, dan lingkungan yang diaplikasikan pada perancangan bangunan.
10. **Homestatis:** skala global diidentifikasi melalui pendekatan ekologis yang berbasis *Sustainable* untuk menjaga keanekaragaman hayati, keberlanjutan energi, meminimalisir dampak negatif terhadap lingkungan hidup.
11. **Evolusi:** perubahan dalam perkembangan zaman, bentuk arsitektural, proses adaptasi lingkungan dari kelangsungan hidup, dan peningkatan proses komputasi evolusioner. (*Biomimetics for Architecture: Learning from Nature - Google Books*, n.d.)

Solusi dari kegunaan sistem yang diperlukan dengan bentuk/pola bangunan agar tetap selaras, menerapkan keseluruhan unsur diatas agar hasil finalisasi desain bangunan ini lebih maksimal dengan cara menyesuaikan tiap aspek pada area luar maupun dalam bangunan.

2. Metode

Kumpulan data sekunder digunakan sebagai pedoman proses perancangan, dengan menerapkan teori *Hershberger* (Hershberger, 2015) dalam analisa perancangan, teori memiliki aspek mendukung proses perencanaan rancang desain (Dr. Sandu Siyoto, SKM. & M. Ali Sodik, 2015). Teori pengaplikasian tema Arsitektur Biomimetika yang diolah dari buku "*Biomimetics for Architecture*", 2019, Jan Knippers., sebagai referensi utama pendekatan yang digunakan. Poin penjelasan pada data yang bersangkutan, meliputi;

1. Langkah desain yang terdiri dari penjelasan secara narasi pada proses rancangan.

2. Studi literatur menggunakan data yang jelas dan dapat dipertanggungjawabkan seperti buku referensi, e-book, karya ilmiah, jurnal, pengumpulan data dari internet sebagai pendukung literatur.

(survey daring karena kondisi pandemi covid-19). Kantor pusat PT. Angkasa Pura II, ditutup untuk sementara waktu sehingga tidak dapat melakukan survey dan wawancara.

Tabel 1.1 Metode Rancangan Gedung Terminal 4 Sumber: Data Pribadi Diakses pada Agustus 2021

No.	Langkah Desain	Pengaplikasian Rancangan
1.	Tapak - Kawasan Komplek Bandar Udara Soekarno-Hatta di area ex. Soewarna.	<ul style="list-style-type: none"> - Analisis Tapak - Menguraikan masalah pada kondisi eksisting - Menguraikan kebutuhan sesuai dengan tujuan adanya bangunan - Menentukan tema, tipologi bangunan, kondisi lingkungan, dan teori perancangan - Menerapkan pada alternatif desain (skematik) - Menuntaskan rancangan desain pada hasil pengembangan dengan menyesuaikan prinsip dan klasifikasi tema pada tipologi bangunan
2.	Tipologi - Gedung Terminal 4 Bandar Udara Soekarno-Hatta.	<ul style="list-style-type: none"> - Menguraikan kebutuhan dan permasalahan dari latar belakang keadaan eksisting - Mengembangkan keperluan fungsi pokok dan penunjang yang akan diaplikasikan pada tipologi - Menentukan luasan lahan, luasan area, luasan ruang - Mengumpulkan beberapa studi preseden yang sesuai dengan tema dan tipologi yang akan dikembangkan - Membuat pola (skematik) alur sirkulasi, zona peruntukan ruang, dan pengelompokan fungsi ruang sesuai dengan kebutuhan
3.	Tema - Arsitektur Biomimetika merupakan korespondensi dari estetika, bentuk, ornamen yang bertransisi ke metode digital dan telah digabungkan dengan tingkat fungsional serta berhubungan dengan alam, arsitektur, dan teknologi.	<ul style="list-style-type: none"> - Menyesuaikan tema dengan kondisi eksisting dan tapak, serta tipologi yang akan dikembangkan - Menyesuaikan dengan studi preseden atas penerapan yang perlu dijadikan referensi - Menerapkan pada rancangan desain pada bagian tertentu yang areanya memerlukan penerapan dari klasifikasi dan prinsip tema

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Isi Pembahasan

Tapak berlokasi di Komplek Kawasan Bandar Udara Soekarno-Hatta, tapak perencanaan pembangunan Gedung Terminal 4 Bandar Udara Soekarno-Hatta di area Soewarna yang merupakan Kawasan pergudangan dan berganti alih fungsi menjadi lapangan golf, area komersil, dan perkantoran. Tapak berbatasan dengan Terminal 3 pada sisi utara, Terminal 2 pada sisi barat, area komersil pada sisi timur dan permukiman pada sisi selatan. Terminal 4 sebagai Terminal Bandar Udara Soekarno-Hatta yang dapat mendukung dan menampung jumlah kapasitas besar, serta kebutuhan dari pengguna bangunan itu sendiri. Dengan target dapat menampung Apron dengan kapasitas 38 Pesawat Terbang Boeing seri *New Generation 737-800* dan *737-900ER* serta Airbus A320 dengan kisaran 11.400 Penumpang (saat *Peak Hour*) menurut data penelitian oleh pihak PT. Angkasa Pura II. (*T4-Tor Complete PDF | Airport | Specification (Technical Standard)*, n.d.)

Luas lahan: 110Ha, Luas Tapak: 80Ha,

KDB: 40, KLB: 1.60, KB: 4, KDH: 35, KTB: 50, Tipe: T



Gambar 3.1. Lokasi Perencanaan Terminal 4

Sumber: (*Kawasan Bandara Soekarno Hatta - Google Maps*, n.d.)

Diakses pada September 2020

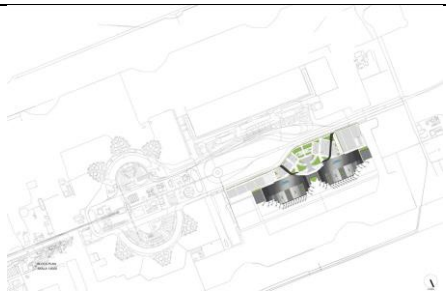
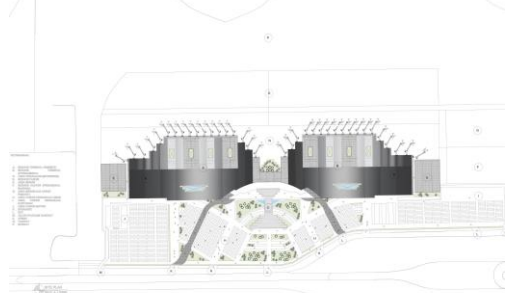
Permasalahan yang akan dipecahkan dalam perancangan bangunan terminal penumpang Bandar Udara Terminal 4, antara lain;



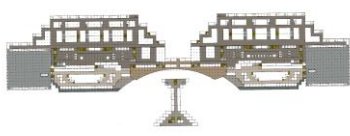
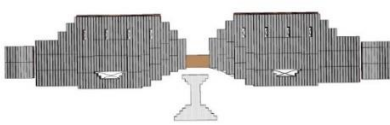
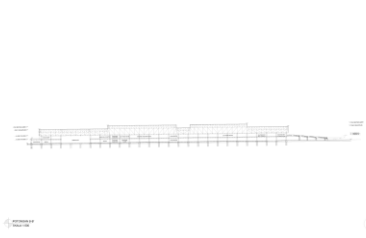
1. Alur sirkulasi dan kegiatan, efisiensi waktu sangat dibutuhkan karena pergerakan kegiatan yang mengharuskan cepat dan tetap memperhatikan keamanan, kenyamanan, dan keselamatan.
2. Jarak tempuh antar zona fungsi kegiatan, *Walking-Distance* menjadi keluhan pengguna karena jarak antar zona terlalu jauh atau alur sirkulasi yang dibuat kurang optimal. Maka dengan mengoptimalkan jarak tiap zona, guna menyesuaikan kebutuhan pengguna agar mempersingkat waktu dan jarak untuk mencapai kebutuhan.
3. Pola susunan ruang, dengan penataan pengelompokkan ruang yang menyesuaikan fungsi dan menentukan sifat ruang yang sesuai guna menciptakan fasilitas yang saling berkesinambungan dan fungsional.
4. Material, penggunaan dan pemilihan menyesuaikan kebutuhan, kondisi lingkungan, serta karakteristik tipologi yang akan dirancang menggunakan material terpilih yang sifatnya ramah akan lingkungan untuk mengadaptasikan unsur prinsip dan klasifikasi tema.
5. Pembagian fungsi, kebutuhan pokok akan diletakkan dan dikombinasikan dengan fungsi penunjang dengan rancangan bentuk bangunan yang menyesuaikan pola penataan ruang agar menciptakan pola yang terintegrasi secara efisien.




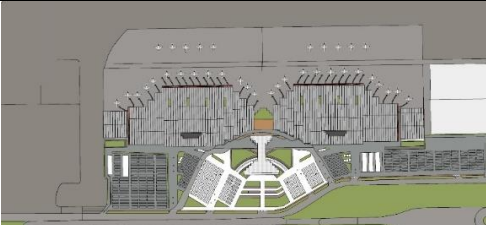

Pola ruang, sirkulasi, dan material tersusun saling bersinergi yang disesuaikan dengan prinsip serta klasifikasi dari Arsitektur Biomimetika, dengan memperhatikan dan menerapkannya pada titik tertentu di area yang dapat mudah diakses dan dapat dinikmati secara visual estetikanya. Dengan harapan menciptakan desain yang memiliki sisi ramah lingkungan tetapi tetap kokoh dan tahan akan perubahan iklim.


3.2 Hasil Pembahasan

Tabel 1.2 Hasil Pembahasan Operasional Rancangan Gedung Terminal 4 Sumber: Data Pribadi Diakses pada Agustus 2021

No.	Gambar Kerja	Penerapan Biomimetika pada Gedung Terminal
1.	 <p>Gambar 3.2. <i>Blockplan</i> Bandara Sumber: Data Pribadi Diakses pada Juni 2021</p>	Gedung Terminal 4 terletak di dalam Kawasan Komplek Bandar Udara Soekarno-Hatta, berada di sisi timur laut Terminal 1 Bandara Soekarno-Hatta. Bentuk dasar persegi panjang dengan atap yang mencerminkan/terimplementasi dari bentuk sayap burung garuda dengan maksud sebagai unsur filosofis yaitu lambang negara Indonesia sebagai cerminan sisi lokalitas wilayah setempat. Hasil finalisasi desain yang memperlihatkan bentuk bangunan secara 2D&3D dengan desain yang modern serta futuristik, tetapi tetap menonjolkan unsur budaya lokal yang berkesinambungan antar alam dan manusia serta meningkatkan citra kawasan setempat dengan harapan dapat menciptakan bangunan dengan fungsi formal yang modern-futuristik dengan cara menerapkan unsur filosofis dari Arsitektur Biomimetika.
2.	 <p>Gambar 3.3. <i>Zoning Siteplan</i> Bandara Sumber: Data Pribadi Diakses pada Juni 2021</p>	Dalam satu bangunan bandar udara yang dilengkapi dengan sarana penunjang, prasarana parkir dalam dan luar gedung, area servis bangunan dan pesawat yang dibuat terpisah, dan kebutuhan domestik dan internasional yang disusun terpisah. Tetapi tetap tersusun dalam 1 massa bangunan, serta kantor operasional bandar udara dan akses staff lapangan secara terpisah agar aksesibilitas dan mobilitas antar pengguna umum maupun pokok tidak saling terhalangi. Pola bangunan memperlihatkan susunan dari bentuk penerapan tema, yang kemudian alur sirkulasi serta kegiatannya berkesinambungan dengan susunan pola. Maksud gabungan sirkulasi dengan pola tema tersebut bertujuan agar pengguna dapat merasakan dan

No.	Gambar Kerja	Penerapan Biomimetika pada Gedung Terminal
		melihat bentuk secara kasat mata dari sisi darat maupun dari sisi udara.
3.	 <p>Gambar 3.4. <i>Groundplan</i> Sumber: Data Pribadi Diakses pada Juni 2021</p>	Susunan ruang-ruang tiap zona per-kebutuhan pengguna dibagi menjadi 2 lantai, lantai dasar sebagai zona kedatangan dan lantai 1 sebagai zona keberangkatan. Pada area <i>airside</i> ruang-ruang tersusun dengan fungsi operasional bandar udara yang bersifat <i>private</i> , ruang-ruang pada <i>landside</i> tersusun dengan fungsi pokok untuk pengguna umum dan operasional yang bersifat publik, serta adanya sebagian zona ruang yang bersifat <i>semi-private</i> . Terdapat area servis dengan bangunan tersendiri secara terpisah untuk menghindari kegiatan yang bersifat publik, serta adanya gedung parkir yang tersambung dengan massa utama yang tersusun pada sisi kanan dan kiri bangunan.
4.	 <p>Gambar 3.5. <i>Ground Floorplan</i> Sumber: Data Pribadi Diakses pada Juni 2021</p>	Lantai dasar merupakan area kedatangan, pada bagian kanan merupakan zona internasional yang terdapat area imigrasi. Pada sisi kiri merupakan zona domestik tidak terdapat area imigrasi dikarenakan penerbangannya masih dalam jangkauan dalam negeri. Sisi <i>airside</i> merupakan susunan ruang-ruang kebutuhan servis dan operasional bandar udara yang terdiri dari perkantoran untuk staff maskapai dan <i>ground handling crew</i> , serta adanya area servis pesawat untuk kebutuhan pengisian avtur, <i>loading</i> dan <i>un-loading</i> bagasi, dan <i>cleaning-controlling</i> pesawat. Sisi <i>landside</i> terdiri dari area penunjang bandara.
5.	 <p>Gambar 3.6. <i>Upper-Ground Plan</i> Sumber: Data Pribadi Diakses pada Juni 2021</p>	Lantai Upper-Ground sebagai area keberangkatan, pada sisi kanan merupakan zona internasional dan sisi kiri merupakan zona domestik. Pada sisi <i>landside</i> susunan area keberangkatan terdiri dari kantor kebutuhan maskapai untuk pengguna umum, area tunggu, area <i>check-in</i> , loket <i>self check-in</i> , dan <i>drop baggage</i> , serta adanya loket untuk pengecekan surat keterangan bebas covid sebagai solusi atas adanya <i>pandemic</i> . Sisi <i>airside</i> terdiri dari area tunggu, area penunjang, <i>lounge</i> , dan area informasi penerbangan, serta adanya beberapa area servis pada titik tertentu untuk kebutuhan darurat.
6.	 <p>Gambar 3.7. Denah Atap Sumber: Data Pribadi Diakses pada Juni 2021</p>	Susunan atap terbagi menjadi beberapa bagian atap bentang lebar untuk massa bangunan utama dengan ketinggian yang berbeda, yaitu adanya atap <i>pratt spaceframe</i> pada area penunjang dibagian depan bangunan, dan pada bagian yang terdapat <i>void</i> di bagian <i>airside</i> dan <i>landside</i> merupakan penambahan bukaan untuk perputaran penghawaan dan pencahayaan alami. Maksud dari adanya bentuk atap tersebut sebagai solusi dan penerapan prinsip dari tema yang digunakan. Adanya <i>innercourt</i> di dalam <i>void-void</i> tersebut sebagai area resapan tambahan pada sisi dalam bangunan, serta peredam kebisingan dari luar bangunan.
7.		Salah satu bagian potongan dari bandar udara ini terdiri dari bagian <i>airside</i> dan <i>landside</i> area domestik. Berisikan zona-zona dari yang bersifat publik sampai dengan ruang yang bersifat <i>semi-private</i> . Memperlihatkan alur kegiatan pengguna dari sisi keberangkatan dan kedatangan.

No.	Gambar Kerja	Penerapan Biomimetika pada Gedung Terminal
	<p>Gambar 3.8. Potongan Sumber: Data Pribadi Diakses pada Juni 2021</p>	
8.	 <p>Gambar 3.9. Tampak Depan Bandara Sumber: Data Pribadi Diakses pada Juni 2021</p>	<p>Penerapan tema dengan fasad bangunan yang memberi kesan lebih menyambut untuk para pengguna, memiliki maksud yang sesuai dengan fungsi bangunan tersebut yaitu sebagai pintu masuk atau gerbang masuk dan keluarnya perputaran kebutuhan atas segi sosial, budaya, dan perekonomian negara. Untuk penggunaan material akan disesuaikan dengan hasil finalisasi perancangan.</p>
9.	 <p>Gambar 3.10. Tampak Belakang Bandara Sumber: Data Pribadi Diakses pada Juni 2021</p>	<p>Pada sisi <i>airside</i>, jalur landasan pacu dan mobilisasi pesawat disesuaikan <i>runway</i> eksisting, untuk bagian keperluan servis pesawat terdapat ruang pokok dan staff tersendiri untuk melayani kebutuhan pesawat secara cepat yang terletak langsung dibawah susunan ruang tunggu dan garbarata gedung terminal penumpang.</p>
10.	 <p>Gambar 3.11. Perspektif Bandara Sumber: Data Pribadi Diakses pada Juni 2021</p>	<p>Di sisi <i>landside</i>, <i>entrance</i> disusun secara terencana dengan jarak yang cukup efisien untuk sirkulasi kendaraan umum yang lebih teratur. Peletakan gerbang <i>exit</i> pada bagian tengah ruang luar bandar udara sekaligus menjadi pembatas akan pembagian fungsi bandar udara domestik dan internasional. Juga dengan adanya mini innercourt untuk memperjelas pembagian jalur pengguna sesuai dengan kebutuhan di dalam bangunan.</p>
11.	 <p>Gambar 3.12. Perspektif Bandara Sumber: Data Pribadi Diakses pada Juni 2021</p>	<p>Tersusun menjadi 1 massa bangunan dengan ragam <i>skyline</i> untuk mempertegas hasil rancangan yang mengarah ke bangunan fungsi transportasi yang modern dan futuristik, yang nantinya dilengkapi dengan pengaplikasian interior dan sistem teknologi yang menyesuaikan era dan kondisi serta kebutuhan dari pengguna umum.</p>
12.	 <p>Gambar 3.13. Perspektif Interior Bandara Sumber: Data Pribadi Diakses pada Juni 2021</p>	<p>Susunan ruang dalam bangunan lebih memperlihatkan unsur lokalitas dan budaya wilayah setempat, karena bandar udara ini diperuntukan untuk domestik dan internasional maka penataan unsur lokal dimodernisasi agar dapat lebih dikenal/dipelajari secara umum. Contoh;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menempatkan pada titik tertentu yang mudah diakses oleh pengguna - Menerapkan pada sistem yang modern tetapi tidak mengurangi unsur nusantara - Pengaplikasian pada material tertentu agar lebih menarik pada sisi estetika

No.	Gambar Kerja	Penerapan Biomimetika pada Gedung Terminal
13.	 <p data-bbox="331 524 692 611">Gambar 3.14. Perspektif Bandara Sumber: Data Pribadi Diakses pada Juni 2021</p>	<p data-bbox="810 224 1430 405">Susunan ruang luar bangunan lebih memperlihatkan unsur lokal yang telah di modernisasi, karena bandar udara ini diperuntukan untuk domestik dan internasional maka penataan/penggunaan material lebih <i>simple</i> tetapi tetap menyesuaikan dengan lingkungan, alam, dan penggunaannya. Contoh;</p> <ul data-bbox="858 407 1430 555" style="list-style-type: none"> - Bentuk tema dapat terlihat pada sisi 2D & 3D - Penataan lahan hijau yang menonjolkan dan mempertahankan vegetasi eksisting - Penggunaan material lapisan luar yang lebih ramah akan lingkungan

4. Kesimpulan

Biomimetika yang diaplikasikan berdasarkan prinsip dan klasifikasinya pada Terminal 4 diterapkan dibagian tertentu, dan tervisualisasi secara 2D dan 3D. Bagian atap menjadi salah satu area yang menerapkan unsur biomimetika paling besar, karena atap dari gedung terminal penumpang ini terbagi dari perbedaan ketinggian, bentuk susunan atap, serta terdapat *solid-void* yang membantu pada penerapan sistem penghawaan, pencahayaan, dan kebisingan terhadap ruang luar dengan ruang dalam. Selain itu, atap Terminal 4 juga yang membentuk dan memperlihatkan penerapan metafora dari unsur filosofis atau segi lokalitas wilayah. Bentuk yang diimplementasikan dari sayap dan ekor burung garuda terlihat secara jelas dari susunan atap secara *repetitive*.

Sistem yang diterapkan dari biomimetika dengan terminal 4 tersendiri terapkan pada bagian bukaan, dan teknologi guna sebagai sistem operasional bandar udara. Adanya keterbukaan sebagai pertukaran sumber daya dan energi dari lingkungan dengan bangunan pada sisi aksesibilitas dan visibilitas, yang diaplikasikan pada fasad, bukaan, dan sistem dari gedung terminal penumpang.

Pengaplikasian struktur dan material yang saling terorganisasi dan memanfaatkan satu sama lain sehingga membentuk jaringan yang saling terikat untuk keberlangsungan operasional secara detail. Batasan pola ruang dengan jarak tempuh tersusun secara teratur agar kebutuhan pokok dapat berjalan secara efisien dalam segi waktu dengan zona tatanan ruang.

Keteraturan pada bentuk dan objek ditetapkan dengan hierarki fungsi peruntukan per-zona (domestik/internasional), sehingga menciptakan pola yang teratur walaupun terjadi pembedaan fungsi yang akan beroperasi. Pertumbuhan dari bangunan ini berdampak jelas berskala perkotaan, walaupun secara bangunan individu dan materialnya banyak kesamaan dengan bandar udara eksisting, tetapi penerapan sistem yang sedikit berbeda pada lingkungan yang dapat dikontrol agar menciptakan respon kondisi bangunan dengan pengguna yang secara cepat atau lambat akan mengidentifikasi ekologis berbasis *sustainable* untuk meminimalisir dampak *negative* terhadap lingkungan hidup, keanekaragaman hayati eksisting, dan keberlangsungan energi. Perkembangan dan perubahan iklim yang akan berlangsung akan meningkatkan proses adaptasi dari bangunan dengan lingkungan sebagai segi evolusi keberlangsungan hidup.

5. Ucapan Terima Kasih

Puji syukur yang dipanjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, dengan segala rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan lampiran jurnal publikasi ilmiah untuk rangkaian Tugas Akhir dengan judul “Perancangan Gedung Terminal 4 Bandar Udara Soekarno-Hatta, di Tangerang, Banten, Dengan Pendekatan Arsitektur *Biomimetika*”. Penulisan Makalah Ilmiah Tugas Akhir ini dirancang sebagai salah satu persyaratan menyelesaikan semester akhir perkuliahan yang telah saya pelajari ilmunya selama berlangsungnya masa perkuliahan. Dikesempatan ini saya ucapkan terima kasih kepada;

Allah SWT, yang telah memberikan kelancaran, kesehatan, serta rizki sehingga mempermudah pengerjaan dan penuntasan laporan yang saya rangkum dengan sebaik-baiknya. Kepada Dr Ir. Etty R. Kridarso, MT. dan Ir. Sri Handjajanti, MT. selaku dosen pembimbing utama dan dosen pembimbing pendamping yang telah membimbing selama berlangsungnya proses pengerjaan. Serta telah memberikan ilmu dan tanggapan dalam proses pengerjaan lampiran dan penulisan jurnal publikasi ilmiah tugas akhir.

6. Referensi

- Apipah, A. N., & Wirasmoyo, W. (2021). Penerapan biophilic pada rancangan Sport Center di Cipondoh Kota Tangerang. *Jurnal Arsitektur Zonasi*, 4, 295–306.
- Bandar udara - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas. (n.d.). Retrieved June 14, 2021, from https://id.wikipedia.org/wiki/Bandar_udara
- Biomimetics for Architecture: Learning from Nature - Google Books. (n.d.). Retrieved June 14, 2021, from [https://books.google.co.id/books?id=lb7tDwAAQBAJ&pg=PA208&lpq=PA208&dq=Jan+Knippers.,+Ulrich+Schmid.,+Thomas+Speck.,+Birkhäuser+\(2019\).+Biomimetics+for+Architecture:+Learning+From+Nature&source=bl&ots=pQArILfKyy&sig=ACfU3U2I5V2MaaekvtD8WHmdyJ71SuXmQ&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwj_suDWg5bxAhUUfX0KHbRfAzcQ6AEwEXoECA8QAw#v=onepage&q=Jan+Knippers.%2C+Ulrich+Schmid.%2C+Thomas+Speck.%2C+Birkhäuser+\(2019\).+Biomimetics+for+Architecture%3A+Learning+From+Nature&f=false](https://books.google.co.id/books?id=lb7tDwAAQBAJ&pg=PA208&lpq=PA208&dq=Jan+Knippers.,+Ulrich+Schmid.,+Thomas+Speck.,+Birkhäuser+(2019).+Biomimetics+for+Architecture:+Learning+From+Nature&source=bl&ots=pQArILfKyy&sig=ACfU3U2I5V2MaaekvtD8WHmdyJ71SuXmQ&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwj_suDWg5bxAhUUfX0KHbRfAzcQ6AEwEXoECA8QAw#v=onepage&q=Jan+Knippers.%2C+Ulrich+Schmid.%2C+Thomas+Speck.%2C+Birkhäuser+(2019).+Biomimetics+for+Architecture%3A+Learning+From+Nature&f=false)
- Definisi BANDARA (Bandar Udara) Menurut Ilmu Penerbangan & Fungsinya. (n.d.). Retrieved September 17, 2021, from <https://ilmupenerbangan.com/definisi-bandara/>
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara | Bandar Udara. (n.d.). Retrieved September 17, 2021, from <http://hubud.dephub.go.id/website/Bandara.php>
- Havidz, I., & Ashadi, A. (2020). Kajian Arsitektur Simbolik Pada Bangunan Olahraga Jakarta International Velodrome. *Jurnal Arsitektur ZONASI*, 3(3), 265–271. <https://doi.org/10.17509/jaz.v3i3.24964>
- Hershberger, R. (2015). Architectural programming and predesign manager. In *Architectural Programming and Predesign Manager*. <https://doi.org/10.4324/9781315645728>
- kawasan bandara soekarno hatta - Google Maps. (n.d.). Retrieved June 14, 2021, from <https://www.google.com/maps/search/kawasan+bandara+soekarno+hatta/@-6.1144601,106.6177072,20291m/data=!3m1!1e3>
- Mengenal Arsitektur Biomimetika, Konsep Bangunan yang Meniru Makhluk Hidup. (n.d.). Retrieved September 17, 2021, from <https://www.rumahku.com/artikel/read/mengenal-arsitektur-biomimetika-konsep-bangunan-yang-meniru-makhluk-hidup-414000>
- Menhub. (2017). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 83 Tahun 2017 Tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 (Civil Aviation Safety Regulation Part 139) Tentang Bandar Udara (Aerodrome)*. 139, 82.
- MENTERI PERHUBUNGAN REPUBLIK INDONESIA. (n.d.).
- Peters, T. (2011). Nature as measure: The Biomimicry Guild. *Architectural Design*, 81(6), 44–47. <https://doi.org/10.1002/ad.1318>
- Puslitbang Transportasi Antarmoda. (2016). *Transportasi Multimoda*. 14(01), 1–10. <http://ppid.dephub.go.id/files/datalitbang/2016.pdf>
- Rizki, M., Tri, T., Prayogi, L., & Jakarta, U. M. (2020). Kajian Arsitektur Modern Pada Prasarana Sekolah Keberbakatan Olahraga (SKO). *Jurnal Arsitektur Zonasi*, 3(2), 252–260.
- Sandu Siyoto, SKM., M. K. M., & M. Ali Sodik, M. . (2015). *Dasar Metodologi Penelitian. T4-Tor Complete PDF | Airport | Specification (Technical Standard)*. (n.d.). Retrieved June 14, 2021, from <https://www.scribd.com/document/405506724/T4-TOR-COMPLETE-pdf>
- Terminal bandar udara - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas. (n.d.). Retrieved September 17, 2021, from https://id.wikipedia.org/wiki/Terminal_bandar_udara
- Website penerbangan Indonesia - Pengenalan umum Bandar Udara. (n.d.). Retrieved June 14, 2021, from <http://www.ilmuterbang.com/artikel-mainmenu-29/teori-penerbangan-mainmenu-68/827-pengenalan-umum-bandar-udara>