

PENERAPAN ARSITEKTUR BIOMIMICRY PADA AVIARY CONSERVATION CENTRE DI SULAWESI TENGAH

Nehemia Kebba Prasetyo, Made Suastika

Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
kebbaprasetyo7@student.uns.ac.id

Abstrak

Aviary Conservation Centre di Sulawesi Tengah merupakan sebuah fasilitas yang dirancang khusus untuk melindungi dan memelihara burung-burung, terutama yang terancam punah. Pusat ini bertujuan untuk menyediakan lingkungan yang aman dan sesuai bagi burung, dengan memperhatikan kebutuhan ruang berkembang biak, kondisi lingkungan yang optimal, serta upaya untuk meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya konservasi burung. Selain berfungsi sebagai tempat penampungan dan observasi, Aviary Conservation Centre juga menjadi pusat penelitian dan edukasi yang fokus pada upaya konservasi alam. Dengan fasilitas yang memadai dan perawatan yang cermat, pusat ini berupaya meningkatkan populasi burung-burung terancam punah, mempertahankan keanekaragaman hayati, serta mengintegrasikan komunitas manusia dengan ekosistem alam. Pendekatan arsitektur biomimicry diterapkan dalam desain Aviary Conservation Centre dengan meniru pola, struktur, dan proses alam. Konsep ini berlandaskan pada prinsip bahwa alam telah menghasilkan solusi yang efisien dan berkelanjutan selama jutaan tahun. Dengan meniru prinsip-prinsip tersebut, manusia dapat menciptakan lingkungan binaan yang lebih ramah lingkungan. Dalam konteks pusat ini, biomimicry digunakan untuk merancang bangunan dan fasilitas yang tidak hanya aman bagi burung tetapi juga mengintegrasikan elemen-elemen alam dari habitat asli mereka. Ini mencakup penggunaan material ramah lingkungan, desain ruang yang meniru struktur habitat alami burung, serta penerapan teknologi terkini untuk menciptakan kondisi optimal bagi kesejahteraan dan reproduksi burung. Dengan penerapan pendekatan arsitektur biomimicry, Aviary Conservation Centre tidak hanya berfungsi sebagai tempat perlindungan bagi burung-burung langka tetapi juga sebagai contoh nyata kolaborasi antara manusia dan alam dalam menjaga keanekaragaman hayati serta mempromosikan keberlanjutan lingkungan.

Kata kunci: Aviary Conservation Centre, Burung Endemik, Arsitektur Biomimicry, Keanekaragaman Hayati

1. PENDAHULUAN

Sulawesi Tengah merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki kekayaan alam yang luar biasa, terutama dalam hal keanekaragaman burung endemik. Namun, sayangnya, tekanan dari berbagai aktivitas manusia seperti deforestasi, perburuan liar, dan perubahan iklim telah mengancam kelangsungan hidup banyak spesies burung endemik di wilayah ini. Data menunjukkan bahwa sekitar 70% habitat alami burung di Sulawesi Tengah telah hilang dalam beberapa dekade terakhir akibat dari kegiatan manusia, baik itu untuk keperluan pertanian, pembangunan infrastruktur, maupun eksplorasi hutan yang tidak berkelanjutan. Selain itu, data juga menunjukkan bahwa sekitar 30% dari populasi burung endemik Sulawesi Tengah telah mengalami penurunan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir, dengan beberapa spesies bahkan berada di ambang kepunahan. (IUCN, 2022)

Burung endemik di Sulawesi Tengah menghadapi ancaman kepunahan akibat beberapa faktor utama. Kerusakan habitat menjadi salah satu penyebab utama, dengan lebih dari 70% habitat alami hilang akibat aktivitas manusia seperti penebangan hutan dan perluasan permukiman, yang mengganggu tempat burung untuk berkembang biak dan mencari makan (Survei Konservasi Sulawesi Tengah, 2022). Selain itu, perburuan liar juga berkontribusi signifikan terhadap penurunan populasi, di mana spesies seperti maleo dan knobbed hornbill telah terdaftar sebagai "kritis" dan "terancam

punah" oleh IUCN Red List akibat perburuan yang tidak terkendali (Laporan Konservasi Burung Endemik, 2023). Terakhir, gangguan pada tempat bersarang, seperti penjarahan telur, mengurangi kesempatan reproduksi bagi burung-burung ini, yang semakin memperburuk ancaman terhadap kelangsungan hidup mereka (Penelitian Konservasi Maleo, 2021).

Burung endemik di Sulawesi Tengah menghadapi ancaman kepunahan yang serius, dengan beberapa spesies yang terdaftar dalam IUCN Red List. Berikut adalah beberapa jenis burung yang sedang punah:

- Maleo (*Macrocephalon maleo*): Populasi maleo telah menurun lebih dari 80% dalam beberapa dekade terakhir, dan saat ini statusnya adalah "Terancam Kritis". Diperkirakan terdapat 4.000-7.000 pasangan kawin, dengan tren populasi yang terus menurun.
- Knobbed Hornbill (*Rhyticeros cassidix*): Spesies ini mengalami penurunan populasi sebesar 60% dalam 20 tahun terakhir dan terdaftar sebagai "Rentan". Meskipun jumlah populasi global belum dapat dihitung, penurunan ini disebabkan oleh perusakan habitat dan perburuan.
- Blue-faced Rail (*Gymnoderex rosenbergii*): Dikenal juga sebagai mandar muka-biru, spesies ini kini diklasifikasikan sebagai "Rentan" dengan populasi diperkirakan antara 2.500-9.999 individu dewasa. Penurunan populasi disebabkan oleh hilangnya habitat dan tekanan berburu.

Ketiga spesies ini menunjukkan tren penurunan yang signifikan akibat kerusakan habitat, perburuan liar, dan gangguan pada tempat bersarang, yang mengancam kelangsungan hidup mereka di alam liar. Upaya konservasi yang efektif diperlukan untuk melindungi burung-burung endemik ini dan habitat mereka.

Untuk mengatasi masalah kepunahan burung endemik di Sulawesi Tengah, beberapa solusi penting perlu diterapkan berdasarkan rekomendasi dari IUCN Red List:

- Perlindungan Habitat: Melindungi habitat alami burung dengan menetapkan dan mengelola kawasan konservasi, serta memantau aktivitas ilegal seperti penebangan hutan dan perburuan liar.
- Penegakan Hukum: Meningkatkan penegakan hukum terhadap perburuan liar dan aktivitas merusak habitat, dengan sanksi tegas bagi pelanggar.
- Konservasi In Situ dan Ex Situ: Meningkatkan program konservasi di habitat asli dan penangkaran untuk rehabilitasi dan reintroduksi burung yang terancam punah.
- Kerjasama Stakeholder: Mendorong kolaborasi antara pemerintah, masyarakat lokal, LSM, dan lembaga internasional untuk pendekatan lintas sektoral dalam konservasi.
- Pendidikan dan Kesadaran Masyarakat: Mengadakan program edukasi untuk meningkatkan pemahaman tentang pentingnya konservasi burung endemik melalui kampanye penyuluhan dan pelatihan.
- Penelitian dan Pemantauan: Melakukan penelitian ilmiah berkelanjutan untuk memahami ekologi burung endemik serta pemantauan populasi untuk mengevaluasi efektivitas langkah-langkah konservasi.

Dengan penerapan solusi-solusi ini secara menyeluruh, diharapkan dapat mengatasi tantangan kepunahan burung endemik di Sulawesi Tengah. Aviary Conservation Centre berperan penting dalam menerapkan solusi ini dengan menyediakan lingkungan yang aman bagi burung endemik serta meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pelestarian keanekaragaman hayati.

Aviary

Aviary, atau biasa disebut juga sebagai voliery, merupakan fasilitas yang dirancang khusus untuk menyimpan dan menampilkan berbagai jenis burung dalam lingkungan yang mirip dengan habitat alaminya. Studi literatur tentang aviary mencakup berbagai aspek, termasuk desain dan konstruksi, manajemen populasi burung, kesejahteraan hewan, dan peran aviary dalam konservasi burung.

Fungsi:

- Menyediakan lingkungan yang aman dan sesuai dengan kebutuhan alami burung untuk hidup, berkembang biak, dan berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya.
- Memungkinkan para pengamat burung, peneliti, dan pengunjung untuk mengamati dan belajar tentang perilaku, kebiasaan, dan keunikan berbagai jenis burung.
- Berperan penting dalam konservasi dan pemeliharaan keanekaragaman hayati dengan menyediakan tempat bagi burung-burung terancam punah untuk dipelihara dan dikembangbiakkan sebelum dilepaskan kembali ke habitat alaminya.

Arsitektur Biomimicry

Maibritt Pedersen Zari (2010) menyimpulkan bahwa biomimikri adalah metode untuk mengambil, mentransfer, dan mengolah inspirasi dari alam ke dalam desain, yang menawarkan berbagai inovasi untuk menciptakan lingkungan yang lebih berkelanjutan, terutama dalam konteks bangunan dan strategi desain yang dapat beradaptasi dengan perubahan iklim. Biomimikri dibagi menjadi tiga kategori: Biomimikri Bentuk (Organism), Biomimikri Proses (Behavior), dan Biomimikri Sistem (Eco-system). Setiap kategori memiliki sublevel yang mendalam, di mana desain yang terinspirasi biomimikri dapat dikategorikan berdasarkan bentuk, material, konstruksi, proses kerja, dan fungsi. Janine Benyus dalam bukunya "Biomimicry Resource Handbook" mengusulkan enam prinsip desain biomimikri sejati:

- Berevolusi untuk bertahan hidup: Memastikan kinerja yang berkelanjutan dengan terus-menerus mengelola informasi.
- Beradaptasi dengan perubahan kondisi: Responsif terhadap konteks dinamis.
- Selaras secara lokal: Mengintegrasikan dengan lingkungan sekitar.
- Mengintegrasikan pembangunan dengan pertumbuhan: Berinvestasi dalam strategi yang mendukung pembangunan berkelanjutan.
- Menjadi sumber daya yang efisien: Menggunakan material dan energi secara hemat.
- Menggunakan bahan kimia ramah lingkungan: Memilih bahan kimia yang mendukung proses kehidupan.

Prinsip-prinsip ini menekankan pentingnya menciptakan desain yang tidak hanya efisien tetapi juga berkelanjutan dan harmonis dengan alam.

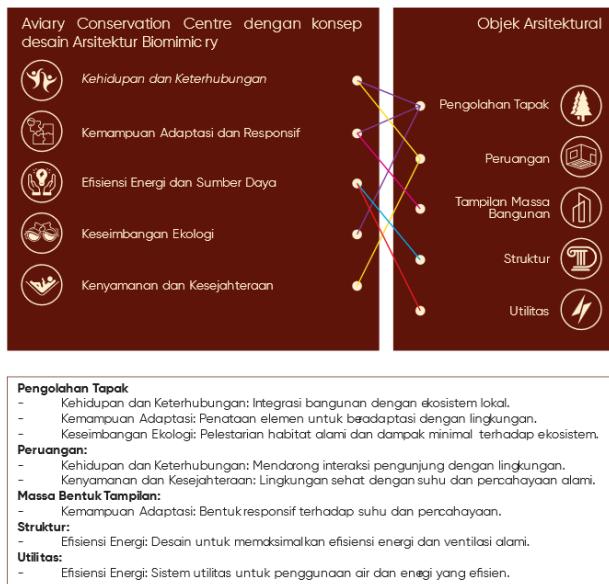
2. METODE PENELITIAN

Pendekatan biomimikri yang terintegrasi dan berlandaskan prinsip-prinsip alam dianggap sebagai solusi yang paling tepat untuk permasalahan desain aviary conservation centre yang berorientasi pada lingkungan. Carl Hastrich mengembangkan langkah-langkah dasar untuk menerapkan strategi alam dalam konsep desain, yang meliputi:

- **Identify:** Mendata fungsi yang akan diwujudkan oleh desain.

- **Translate:** Menerjemahkan fungsi tersebut ke dalam istilah biologi, yaitu bagaimana alam melaksanakan fungsi tersebut.
- **Discover:** Menentukan elemen alam yang dapat menjadi solusi untuk tantangan desain.
- **Abstract:** Mereinterpretasi strategi yang telah ditentukan ke dalam istilah arsitektural.
- **Emulate:** Mewujudkan desain berdasarkan strategi yang telah ditetapkan.
- **Evaluate:** Mengevaluasi apakah desain telah memenuhi fungsi yang diharapkan dan tetap sesuai dengan elemen alam yang ditentukan.

Kriteria Desain



Gambar 1
Kriteria Desain

Desain arsitektur biomimicry mengadopsi prinsip-prinsip alami untuk menciptakan bangunan yang efisien dan ramah lingkungan. Berikut adalah kriteria utama dalam pendekatan ini:

1. **Kehidupan dan Keterhubungan:** Desain harus mempertimbangkan interaksi bangunan dengan lingkungan, mendukung keberlanjutan ekosistem.
2. **Kemampuan Adaptasi dan Responsif:** Mengadopsi strategi alami untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan
3. **Efisiensi Energi dan Sumber Daya:** Mengoptimalkan penggunaan energi dengan meniru strategi alami, termasuk pemilihan material ramah lingkungan dan pemanfaatan energi terbarukan.
4. **Keseimbangan Ekologi:** Memastikan pembangunan tidak merusak ekosistem, melibatkan pelestarian habitat alami dan pengurangan dampak negatif terhadap keanekaragaman hayati.
5. **Kenyamanan dan Kesejahteraan:** Memperhatikan kenyamanan penghuni dengan menciptakan lingkungan sehat melalui pengaturan suhu optimal dan pencahayaan alami.

Pendekatan ini bertujuan untuk menghasilkan bangunan yang tidak hanya berfungsi secara praktis tetapi juga harmonis dengan alam.

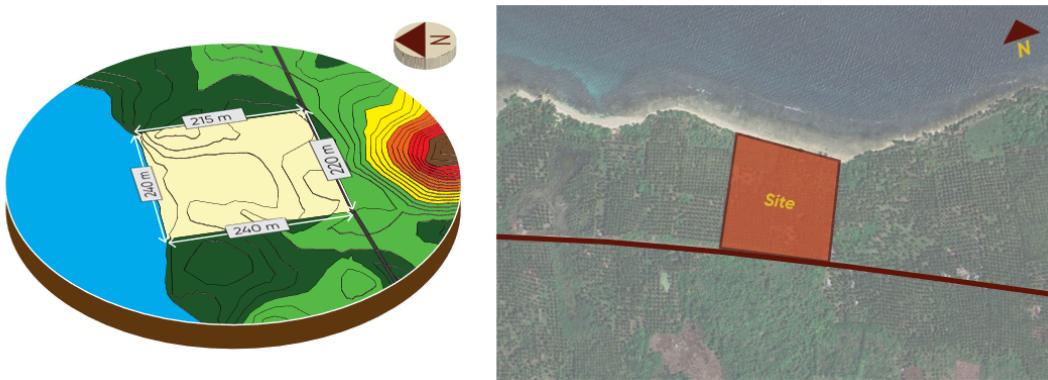
Selain langkah-langkah desain ini, terdapat metode lain dalam perancangan yang dapat disimpulkan dalam bagan alur perancangan. Dengan pendekatan ini, diharapkan desain aviary conservation centre dapat lebih harmonis dengan lingkungan alamnya dan memberikan manfaat bagi konservasi serta edukasi masyarakat.



Gambar 2
Diagram Kerangka Perancangan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bangunan direncanakan berada di atas lahan seluas $\pm 50.000 \text{ m}^2$ yang berlokasi di Taima, Bualemo, Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah. Lokasi ini memiliki batasan site berupa pantai (laut) di sebelah utara, kebun sawit di sisi timur dan barat, serta jalan provinsi dengan lebar 6 meter di sebelah selatan. Luas bangunan yang diizinkan mengikuti Koefisien Dasar Bangunan (KDB) sebesar 70% dari total lahan, sedangkan sisanya, 30%, dialokasikan sebagai ruang terbuka hijau sesuai dengan Koefisien Dasar Hijau (KDH). Bangunan harus memperhatikan aturan Garis Sempadan Bangunan (GSB) sejauh 14 meter dari jalan dan Garis Sempadan Pantai (GSP) sejauh 100 meter dari garis pantai. Desain bangunan diharapkan dapat selaras dengan potensi lingkungan sekitar dan mencerminkan karakteristik lokal kawasan.



Gambar 3
Lokasi Site Perancangan AA

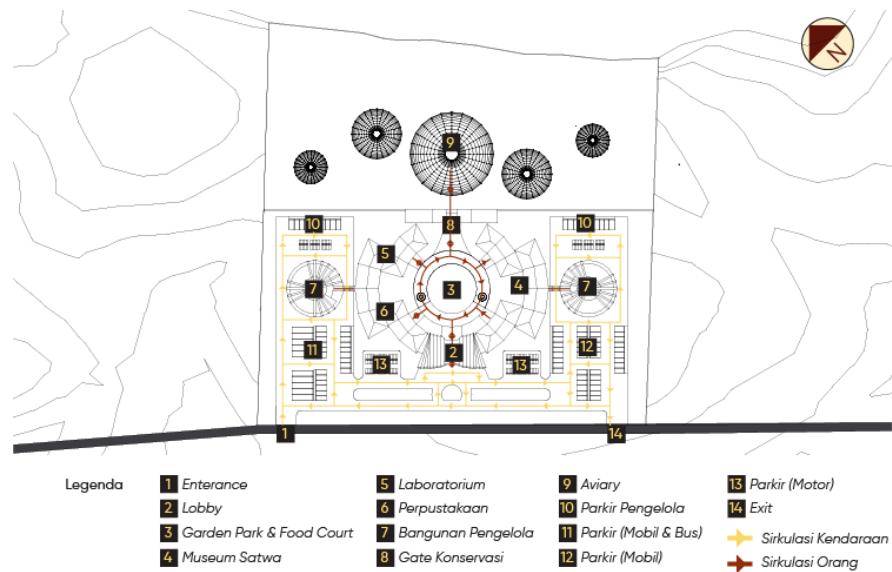
Fasilitas ini direncanakan dengan menerapkan lima karakteristik Arsitektur Biomimicry. Hal ini bertujuan untuk menciptakan tempat perlindungan bagi burung-burung langka dan juga sebagai contoh nyata kolaborasi antara manusia dan alam dalam menjaga keanekaragaman hayati serta mempromosikan keberlanjutan lingkungan.

a. Kehidupan dan Keterhubungan

Desain harus mempertimbangkan interaksi antara bangunan dengan lingkungannya, serta ketergantungan yang ada antara organisme hidup dan habitatnya. Ini mencakup integrasi bangunan dengan ekosistem sekitarnya dan memperhatikan bagaimana desain dapat mendukung kehidupan dan keberlanjutan lingkungan.

1) Pengolahan Tapak

Dalam perancangan Aviary Conservation Centre, konsep tapak sangat penting untuk memastikan bahwa bangunan terintegrasi dengan baik dalam lingkungan sekitarnya. Pemilihan lokasi yang strategis mempertimbangkan aksesibilitas bagi pengunjung serta dampaknya terhadap ekosistem lokal.

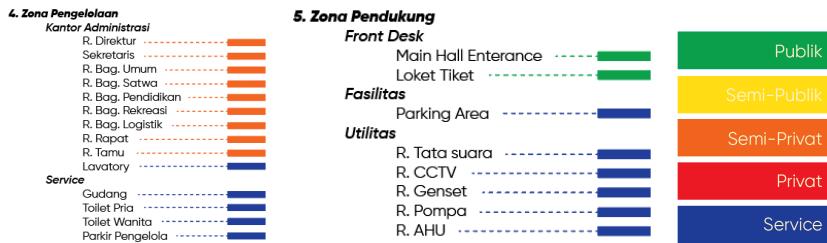


Tapak dirancang untuk menjaga keterhubungan dengan lingkungan sekitar, mempertahankan habitat burung, dan vegetasi lokal, serta tidak mengganggu jalur migrasi burung. Desain mengutamakan aksesibilitas dan efisiensi, termasuk sistem pengelolaan air hujan dan penggunaan energi terbarukan, untuk menciptakan lingkungan yang berkelanjutan.

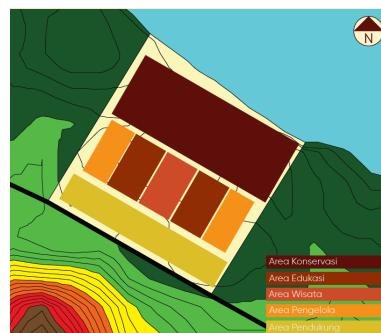
2) Perluangan

Ruang dalam Aviary Conservation Centre dirancang untuk mendukung fungsi utama sebagai tempat konservasi, edukasi, dan wisata.





Gambar 5
Analisis Ruang



Gambar 6
Zona Perluangan

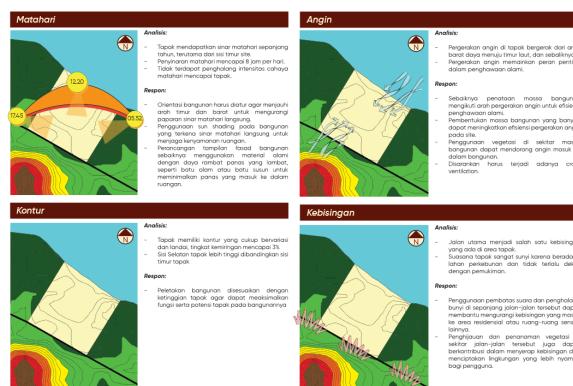
Desain tapak mengadopsi zonasi fungsional untuk konservasi, edukasi, wisata, dan pengelolaan, dengan hubungan antar ruang yang memudahkan aliran aktivitas. Desain ruang mengutamakan kenyamanan bagi manusia dan burung, dengan pencahayaan alami, ventilasi efektif, dan material ramah lingkungan yang aman.

b. Kemampuan Adaptasi dan Responsif

Desain harus mengadopsi strategi alami organisme yang dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan, seperti perubahan suhu, kelembaban, atau intensitas cahaya. Ini mencakup penggunaan material dan sistem yang responsif terhadap lingkungan sekitar.

1) Pengolahan Tapak

Dalam perancangan Aviary Conservation Centre, pengolahan tapak dilakukan dengan mempertimbangkan kemampuan adaptasi dan responsif terhadap lingkungan sekitar.

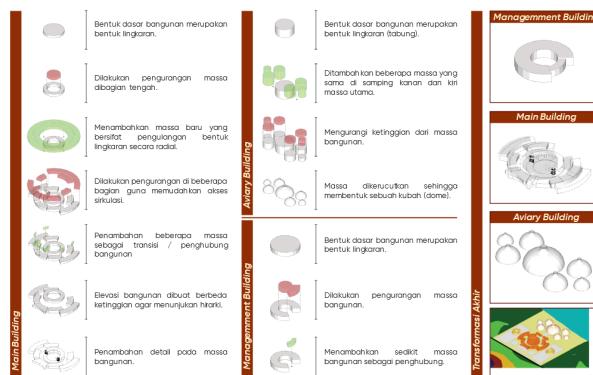


Gambar 7
Analisis Tapak

Pemilihan lokasi tapak memperhatikan kondisi iklim lokal untuk mendukung kesejahteraan burung endemik. Desain tapak mencakup sistem drainase efisien, pengelolaan air hujan, serta ventilasi alami untuk mengurangi ketergantungan pada pendinginan mekanis dan menjadikannya lebih ramah lingkungan.

2) Massa Bentuk Tampilan

Massa bentuk tampilan Aviary Conservation Centre dirancang untuk mencerminkan kemampuan adaptasi dan responsif terhadap lingkungan.



Gambar 8
Transformasi Massa



Gambar 9
Konsep Tampilan

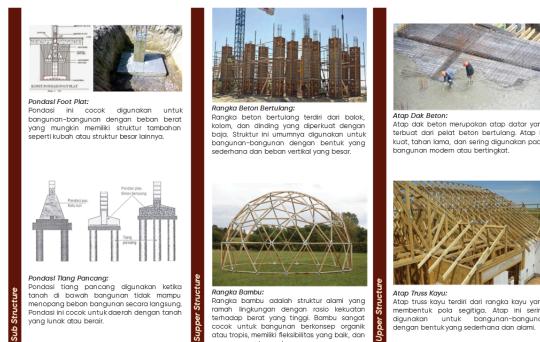
Desain bangunan adaptif terhadap berbagai kondisi cuaca, dengan atap miring untuk mengalirkan air hujan dan mengurangi penumpukan panas. Material yang dipilih memiliki insulasi termal baik untuk menjaga suhu interior stabil tanpa energi tambahan. Estetika bangunan selaras dengan alam, terinspirasi dari elemen alami, meningkatkan daya tarik visual sekaligus memperkuat keterhubungan dengan ekosistem sekitar.

c. Efisiensi Energi dan Sumber Daya

Desain harus mengoptimalkan penggunaan energi dan sumber daya alam dengan meniru strategi alami organisme yang efisien dalam penggunaan energi, seperti pengaturan suhu atau penyerapan sinar matahari. Ini bisa mencakup pemilihan material yang ramah lingkungan, pemanfaatan energi terbarukan, dan sistem penghematan energi.

1) Struktur

Dalam perancangan Aviary Conservation Centre, aspek efisiensi energi dan sumber daya sangat diperhatikan dalam desain struktur bangunan.



Gambar 10
Analisis Struktur

Struktur bangunan menggunakan material berkelanjutan seperti kayu yang dikelola secara bertanggung jawab, mengurangi dampak lingkungan. Desain struktural mengoptimalkan penggunaan material untuk stabilitas dengan bobot lebih ringan, terinspirasi oleh struktur alami. Sistem insulasi efektif menjaga suhu stabil, mengurangi kebutuhan pendinginan atau pemanasan, dan meningkatkan efisiensi energi.

2) Utilitas

Aspek utilitas dalam Aviary Conservation Centre dirancang untuk mendukung efisiensi energi dan penggunaan sumber daya secara optimal.



Gambar 11
Analisis Utilitas

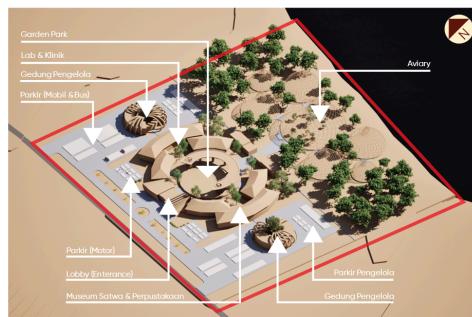
Pusat ini dilengkapi sistem utilitas berkelanjutan, termasuk panel surya untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil, serta pengelolaan air hujan untuk irigasi dan kebutuhan non-potable. Desain juga mengoptimalkan ventilasi alami untuk menjaga kualitas udara dan mengurangi kebutuhan pendingin udara, mendukung efisiensi energi.

d. Keseimbangan Ekologi

Desain harus mempertimbangkan keseimbangan ekologi dalam lingkungan sekitarnya, memastikan bahwa pembangunan bangunan tidak merusak atau mengganggu ekosistem yang ada. Ini bisa mencakup pelestarian habitat alami, pengurangan dampak negatif terhadap keanekaragaman hayati, dan mendukung keberlanjutan ekosistem.

1) Pengolahan Tapak

Dalam perancangan Aviary Conservation Centre, aspek "Keseimbangan Ekologi" sangat penting dan tercermin dalam pengolahan tapak.



Gambar 12
Konsep Tapak

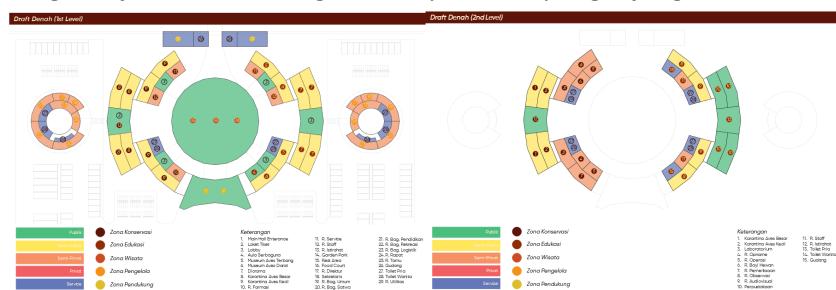
Tapak dipilih dengan mempertimbangkan keberlanjutan dan dampaknya terhadap ekosistem lokal, mempertahankan habitat burung dan vegetasi lokal. Desain tapak mencakup preservasi habitat alami, sistem drainase alami, serta pemanfaatan air hujan dan energi matahari untuk mengurangi jejak ekologis dan mendukung keberlanjutan lingkungan.

e. Kenyamanan dan Kesejahteraan

Desain harus memperhatikan kenyamanan dan kesejahteraan penghuni, mengambil inspirasi dari strategi alami organisme untuk menciptakan lingkungan yang sehat dan nyaman. Ini bisa mencakup pengaturan suhu yang optimal, pencahayaan alami yang baik, atau penggunaan material ramah lingkungan yang tidak beracun.

1) Peruangan

Dalam perancangan Aviary Conservation Centre, aspek "Kenyamanan dan Kesejahteraan" sangat diperhatikan, terutama dalam pengaturan ruang yang mendukung kesejahteraan burung dan kenyamanan pengunjung.



Gambar 13
Konsep Ruang

Aviary Conservation Centre dirancang untuk memenuhi kebutuhan burung endemik dengan area berkembang biak, tempat berteduh, dan ruang interaksi, serta dilengkapi sistem suhu, kelembapan, dan pencahayaan alami yang optimal. Ruang edukasi meningkatkan kesadaran pengunjung, sementara material ramah lingkungan memastikan kenyamanan dan kesehatan bagi burung dan pengunjung.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari analisis dan konsep mengenai "Penerapan Arsitektur Biomimicry Pada Aviary Conservation Centre Di Sulawesi Tengah," dapat disimpulkan bahwa aviary berfungsi sebagai sarana yang mengakomodasi berbagai kegiatan terkait satwa burung. Sebagai bangunan ex-situ dan in-situ yang mendukung konservasi di luar maupun di dalam habitat, aviary menerapkan prinsip biomimikri untuk menciptakan bangunan yang berkelanjutan dan terintegrasi dengan alam, serta mendukung kelestarian sumber daya alam. Penerapan elemen arsitektur biomimikri dalam bangunan mencakup:

- a. *Kehidupan dan Keterhubungan* diterapkan dalam desain Aviary Conservation Centre melalui integrasi bangunan dengan ekosistem, pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan, serta zonasi ruang yang mendukung konservasi, edukasi, dan wisata dengan fokus pada kenyamanan dan material ramah lingkungan.
- b. *Kemampuan Adaptasi dan Responsif* diterapkan dalam desain Aviary Conservation Centre melalui pengolahan tapak yang mempertimbangkan iklim lokal, ventilasi alami, dan sistem drainase efisien, serta massa bentuk bangunan yang adaptif dengan material responsif terhadap lingkungan.
- c. *Efisiensi Energi dan Sumber Daya* diterapkan melalui penggunaan material ramah lingkungan, struktur efisien, energi terbarukan, pengelolaan air hujan, dan ventilasi alami untuk mengurangi konsumsi energi.
- d. *Keseimbangan Ekologi* diterapkan melalui pemilihan tapak yang mendukung pelestarian habitat alami, penggunaan sistem drainase alami, serta pengelolaan air hujan dan energi matahari untuk keberlanjutan lingkungan.
- e. *Kenyamanan dan Kesejahteraan* diterapkan dalam desain Aviary Conservation Centre melalui pengaturan ruang yang mendukung kesejahteraan burung dan kenyamanan pengunjung, dengan sistem suhu, kelembapan, dan pencahayaan alami yang optimal, serta penggunaan material ramah lingkungan yang tidak beracun.

Semua unsur ini diterapkan secara berkesinambungan berdasarkan prinsip biomimikri. Dalam perancangan aviary, penting untuk memperhatikan data satwa yang menjadi objek pameran, karena setiap spesies memiliki karakteristik dan kebutuhan thermal yang berbeda. Diharapkan penerapan konsep arsitektur biomimikri dapat menghasilkan inovasi dan solusi desain yang lebih baik, serta memperhatikan aspek alam dan lingkungan sekitar untuk menciptakan konsep perancangan yang berkelanjutan.

REFERENSI

- BIRDLIFE INTERNATIONAL. (2024). IUCN Red List for Birds. Diakses pada 5 April 2024. dari <https://datazone.birdlife.org/home>
- Butchart, S. H. M. and Baker, G. C. (2000) Priority sites for conservation of Maleos (*Macrocephalon maleo*) in central Sulawesi. *Biol. Conserv.* 94: 79–91.
- FROESE, GRADEN Z. L. & MUSTARI, ABDUL H. (2019). Assessments of Maleo Macrocephalon maleo nesting grounds in South-east Sulawesi reveal severely threatened populations. *Bird Conservation International.* 29: 497–502
- Maniar, Anjali. (2019). Biomimicry in Architecture : A study of Biomimetic Design for Sustainability. BMS Collage of Architecture, Bengaluru.
- Prayogi, Ganda H., (2019). Perancangan Oceanarium di Lamongan dengan Pendekatan Arsitektur Biomorfik. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Malang.
- Ridwan, Mohamad. (2022. 2 Februari). Yayasan Komiu Sulteng temukan 30 jenis burung berstatus dilindungi. Diakses pada 26 Maret 2024. dari <https://www.antaranews.com/berita/2679461/yayasan-komiu-sulteng-temukan-30-jenis-burung-berstatus-dilindungi>
- Ramadhan, Naufal Aditya & Setyawan, Wahyu. (2018). Ekoturisme: Arsitektur dalam Konservasi Satwa. *JURNAL SAINS DAN SENI ITS*, 7(2), 2337-3520
- Triastuti, Feronika Ayu., (2013). KONSEP PERENCANAAN DAN PERANCANGAN KEBUN BINATANG PENDIDIKAN DI BOYOLALI DENGAN PENDEKATAN ARSITEKTUR EKOLOGIS. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.