

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam sebuah perencanaan dan perancangan arsitektur, tinjauan pustaka menjadi komponen yang sangat penting karena akan menjadi instrumen panduan perancangan bagi penulis. Perencanaan dan perancangan ini membutuhkan teori-teori yang relevan untuk menjadi dasar perencanaan dan perancangan, terutama yang terkait dengan: [i] tinjauan umum kebun binatang, [ii] tinjauan umum satwa, [iii] biom/lingkungan hidup, [iv] tinjauan umum hutan hujan tropis, [v] *zoo animal welfare*, dan [vi] studi preseden.

2.1. Tinjauan Umum Kebun Binatang

2.1.1 Pengertian Kebun Binatang

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, kebun binatang adalah tempat untuk memelihara berbagai jenis hewan dengan tujuan perlindungan, pembiakan, penelitian, dan sebagai fasilitas rekreasi. Sementara itu, menurut *Encyclopedia of Knowledge*, kebun binatang, yang sering disebut sebagai *zoological garden* atau *zoo*, merupakan tempat di mana hewan liar maupun hewan peliharaan hidup dalam penangkaran. Biasanya, kebun binatang ini dapat diakses oleh manusia untuk pengamatan. Kebun binatang modern atau bio park berfokus pada pelestarian semua bentuk kehidupan hewan dan tumbuhan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2019 tentang Lembaga Konservasi, kebun binatang adalah ruang untuk pemeliharaan satwa dari minimal tiga kelompok taksonomi dalam luasan setidaknya 15 hektar dan pengunjung tidak menggunakan kendaraan bermotor seperti sepeda motor atau mobil.

Area lanskap, ruang terbuka hijau, atau jalur hijau yang digunakan untuk tujuan mengumpulkan, menjaga kesejahteraan, dan memperkenalkan satwa liar kepada publik yang diklasifikasikan sebagai lembaga konservasi ex-situ merupakan pengertian Kebun Binatang berdasarkan Perkumpulan Kebun Binatang Seluruh Indonesia (PKBSI). Satwa liar yang ditempatkan di dalam kebun binatang mencakup spesies yang dilindungi dan tidak terlindungi secara hukum, dan upaya akan dilakukan untuk melestarikan keaslian spesies mereka melalui perawatan dan penangkaran di luar lingkungan alami mereka.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa Kebun binatang adalah tempat untuk memelihara dan melindungi berbagai jenis hewan, baik hewan liar maupun peliharaan, dengan tujuan pelestarian, penelitian, dan rekreasi. Kebun binatang modern berfokus pada konservasi kehidupan hewan dan tumbuhan. Aturan pemerintah mengatur bahwa kebun binatang harus

memelihara satwa di area yang luas tanpa kendaraan bermotor, dan upaya dilakukan untuk melestarikan spesies satwa melalui penangkaran di luar habitat alami mereka.

2.1.2 Macam-macam Kebun Binatang

Pada abad ke-19, muncul variasi dalam kebun binatang, yang dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti lokasi pendirian. Beberapa perbedaan utama antara kebun binatang adalah:

- a) **Ukuran**; kebun binatang bervariasi dalam ukuran, mulai dari 0,1 hektar hingga 500 hektar.
- b) **Komposisi Koleksi**; koleksi hewan di kebun binatang dipilih berdasarkan asal geografis mereka.
- c) **Tema dan Konsep**; kebun binatang dapat memiliki berbagai konsep, seperti yang digabungkan dengan taman, kebun binatang untuk berburu, atau yang disusun berdasarkan asal geografis, habitat, atau ekosistem hewan.
- d) **Pengelola**; pengelolaan kebun binatang dapat dilakukan oleh pemerintah atau yayasan.
- e) **Tujuan**; kebun binatang dapat memiliki tujuan komersial atau berfungsi untuk konservasi, penelitian, dan edukasi.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa kebun binatang dapat dibedakan berdasarkan ukuran, komposisi koleksi, tema dan konsep, pengelola, dan tujuan.

2.1.3 Persyaratan Kebutuhan, Standar, Perencanaan, dan Perancangan Kebun Binatang

1. Karakteristik dan Kriteria Kebun Binatang

Dengan adanya berbagai jenis kebun binatang, tidak ada definisi yang jelas untuk istilah tersebut. Namun, semua kebun binatang memiliki dua elemen penting yang selalu ada: (1) kebun binatang menyimpan dan mengelola koleksi hewan liar yang ditempatkan dalam kandang untuk memudahkan pemantauan dan penelitian. (2) Kebun binatang menyajikan koleksi hewan tersebut kepada publik pada waktu tertentu. Yang membedakan kebun binatang dari museum adalah penangkaran hewan liar yang masih hidup, yang merupakan ciri khas kebun binatang.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2019 tentang Lembaga Konservasi, kebun binatang harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

- a. Memiliki satwa yang dikoleksi paling sedikit tiga akelas taksa baik satwa yang dilindungi, satwa yang tidak dilindungi atau satwa asing
- b. Memiliki luas areal paling sedikit 15 hektare
- c. Memiliki sarana pemeliharaan dan perawatan satwa terdiri atas:
 - kandang pemeliharaan

- kandang perawatan
 - kandang pengembangbiakan
 - kandang sapih
 - kandang peragaan
 - areal bermain satwa
 - gudang pakan dan dapur
 - naungan untuk satwa
 - prasarana pendukung pengelolaan satwa yang lain
- d. Memiliki fasilitas Kesehatan terdiri atas :
- karantina satwa
 - klinik
 - laboratorium
 - koleksi obat
- e. Memiliki fasilitas layanan pengunjung terdiri atas :
- Pusat informasi
 - toilet
 - tempat sampah
 - petunjuk arah
 - peta dan informasi satwa
 - areal parkir
 - kantin/restoran
 - toko cinderamata
 - shelter
 - loket
 - pelayanan umum
- f. Memiliki tenaga kerja permanen sesuai bidang keahliannya terdiri atas :
- dokter hewan
 - kurator
 - tenaga paramedis
 - penjaga/perawat satwa (animal keeper)
 - tenaga keamanan
 - pencatat silsilah (studbook keeper)
 - tenaga administrasi.

- tenaga pendidikan konservasi
- g. Memiliki fasilitas kantor pengelola
- h. Memiliki fasilitas pengelolaan limbah

Kesimpulan singkat dari uraian tersebut adalah bahwa kebun binatang memiliki dua elemen utama: mengelola dan menampilkan koleksi hewan liar kepada publik. Untuk memenuhi standar sebagai lembaga konservasi, kebun binatang harus memiliki koleksi minimal tiga kelas taksa, luas area minimal 15 hektar, fasilitas pemeliharaan satwa, kesehatan hewan, layanan pengunjung, tenaga kerja yang kompeten, serta fasilitas pendukung lainnya, termasuk pengelolaan limbah.

2. Standar Fasilitas Fisik Menurut *Asosiation of Zoos and Aquarium (AZA)*

Asosiasi Kebun Binatang dan Akuarium (AZA) adalah asosiasi internasional yang berfokus pada konservasi satwa di kebun binatang dan akuarium. AZA memiliki standar akreditasi yang harus dipatuhi, termasuk standar untuk fasilitas fisik sebagai berikut:

1) Pemeliharaan dan Perawatan

- ***Housekeeping***: Pemeliharaan harus dilakukan dengan baik, termasuk menjaga kebersihan area kerja dan fasilitas *housekeeping*. Contohnya adalah penyediaan kabel ekstensi, perbaikan, pemeliharaan, dan penggantian alat yang rusak.

2) Peralatan

- **Sistem Pendukung Kehidupan**: Sistem seperti pipa, pemanas, pendingin, aerasi, dan filtrasi harus dilengkapi dengan mekanisme peringatan dan sistem cadangan darurat. Semua peralatan mekanik harus dalam kondisi baik dan mengikuti program pemeliharaan pencegahan dengan pencatatan yang sesuai. Peralatan khusus harus dirawat oleh staf terlatih atau berdasarkan perjanjian kontrak.
- **Proteksi Kebakaran dan Keamanan**: Sistem dan metode proteksi kebakaran harus berfungsi dengan baik untuk melindungi hewan selama 24 jam, dengan pemeliharaan rutin dan pemeriksaan keamanan.

3) Kandang Hewan

- **Pencahayaan**: Harus ada pencahayaan yang cukup di semua fasilitas dalam ruangan, termasuk rumah malam hari, agar pemeliharaan dan pengamatan hewan dapat dilakukan dengan baik. Jika hewan tinggal di dalam ruangan, spektrum UV yang sesuai harus disediakan.
- **Ventilasi**: Ventilasi yang memadai harus tersedia di semua fasilitas dalam

ruangan, termasuk tempat penahanan hewan.

- **Ukuran dan Kompleksitas Kandang:** Semua kandang harus cukup besar dan kompleks untuk memenuhi kesejahteraan fisik, sosial, dan psikologis hewan, serta menyediakan pengayaan perilaku. Kandang harus memiliki tempat teduh jika sinar matahari menyebabkan overheating atau ketidaknyamanan pada hewan.

4) Area Publik

- **Pencahayaannya:** Area umum harus memiliki pencahayaan yang cukup untuk pergerakan pengunjung dengan aman.
- **Trotoar:** Semua trotoar harus dijaga dalam kondisi baik.

5) Fasilitas dan Pameran Hewan

- **Keamanan Pameran:** Semua pameran dan area penahanan hewan harus aman untuk mencegah hewan keluar secara tidak sengaja. Pintu, gerbang, dan sistem akses harus diperhatikan untuk keselamatan staf dan publik, serta menggunakan mekanisme pengunci yang sesuai untuk hewan berbahaya.
- **Area Layanan:** Area layanan pameran harus bersih, aman, dan menyediakan ruang untuk layanan yang aman. Pintu keluar harus jelas dan dalam kondisi baik.
- **Pengawasan Hewan:** Hewan yang berada dalam kontak dengan pengunjung harus dipantau dan diperlakukan secara manusiawi setiap saat.
- **Layanan Listrik:** Layanan listrik di area basah, air, dan layanan terkait harus dilengkapi dengan *ground fault circuit interrupters* (GFI).
- **Tanda Keluar:** Area publik harus dilengkapi dengan tanda keluar, pintu harus terbuka ke luar dan memiliki hardware darurat.
- **Penghalang Kontak:** Di area di mana pengunjung tidak diperbolehkan berhubungan langsung dengan hewan, penghalang seperti pagar harus tersedia

Kesimpulan singkat dari uraian ini adalah bahwa Asosiasi Kebun Binatang dan Aquarium (AZA) menetapkan standar akreditasi untuk konservasi satwa di kebun binatang dan aquarium, yang meliputi pemeliharaan fasilitas fisik, peralatan pendukung kehidupan, keamanan kebakaran, perawatan kandang hewan, serta keamanan dan kenyamanan area publik. Standar ini bertujuan untuk memastikan kesejahteraan hewan, keamanan publik, dan kelayakan fasilitas melalui pengawasan yang ketat dan perawatan rutin.

3. Standar Membangun Kebun Binatang Baru Berkelanjutan Menurut *Asosiation of Zoos and Aquarium (AZA)*

Semua kebun binatang dan akuarium harus menekankan pentingnya keberlanjutan dan mengurangi dampak lingkungan mereka. Mereka diharapkan menggunakan sumber daya alam dengan bijak, tanpa menyebabkan penurunan ketersediaan sumber daya tersebut, sehingga kebutuhan saat ini terpenuhi tanpa mengorbankan generasi mendatang. Kebun binatang dan akuarium perlu menjadi teladan dalam menerapkan praktik ramah lingkungan di seluruh operasinya serta menunjukkan kepada pengunjung cara menjalani gaya hidup berkelanjutan. Beberapa prinsip desain yang mendukung keberlanjutan kebun binatang meliputi:

1) Pengelolaan Sampah yang Ramah Lingkungan

- Mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan.
- Mengelola pemisahan sampah sejak dari sumber untuk memaksimalkan penggunaan ulang dan daur ulang.

2) Prinsip Penghematan Energi

- Meningkatkan efisiensi energi di seluruh operasi di lokasi.
- Mengurangi konsumsi energi yang terkait dengan perjalanan.
- Menggunakan energi secara efisien, terutama dari sumber energi terbarukan.
- Menerapkan prinsip "*Reduce, Reuse, Recycle*" (mengurangi, menggunakan kembali, mendaur ulang).

3) Penggunaan Sumber Daya Alam Secara Bertanggung Jawab

- Menggunakan produk yang meminimalkan dampak lingkungan, baik yang berasal dari sumber daya alam terbarukan maupun tidak terbarukan. Ini berlaku untuk segala jenis produk, mulai dari bahan konstruksi hingga barang habis pakai sehari-hari, dan harus diterapkan sepanjang rantai pasokan.
- Menerapkan prinsip "*Reduce, Reuse, Recycle*."

4) Prinsip "Siapa yang Mencemari, Harus Bertanggung Jawab"

- Menganut prinsip bahwa pihak yang mencemari harus bertanggung jawab atas biaya pembersihan.
- Menerapkan prinsip ini sebagai bagian dari praktik operasional yang baik.

5) Mengutamakan Konsumsi Lokal

- Menggunakan sebanyak mungkin barang dan jasa dari penyedia lokal yang menerapkan praktik ramah lingkungan.

- Mengurangi dampak lingkungan dari transportasi bila memungkinkan.
- Mencantumkan komitmen vendor terhadap konservasi dalam persyaratan pengadaan (RFP) bila memungkinkan.

6) Berkontribusi pada Pembangunan yang Merata

- Mengingat bahwa pembangunan berkelanjutan bertujuan untuk mengurangi kesenjangan kondisi hidup di seluruh dunia.
- Melakukan kegiatan yang mendukung tujuan ini.
- Mendukung proyek konservasi yang sejalan dengan prinsip ini.
- Menyesuaikan kebijakan dan praktik pembelian sesuai dengan tujuan ini.

7) Menerapkan Prinsip Kehati-hatian

- Mengumpulkan dan menganalisis informasi sebanyak mungkin saat membuat keputusan.

8) Meningkatkan Kesadaran dan Partisipasi Masyarakat

- Memanfaatkan sumber daya edukasi kebun binatang untuk membantu masyarakat memahami pentingnya perubahan dan bagaimana mereka bisa berkontribusi secara pribadi untuk hidup berkelanjutan.
- Menjadi contoh bagi bisnis lain dalam menjalankan operasi yang ramah lingkungan.

Kesimpulan singkat dari uraian ini adalah bahwa kebun binatang dan akuarium harus mengutamakan keberlanjutan dan pengurangan dampak lingkungan dalam setiap operasinya. Mereka harus menerapkan praktik ramah lingkungan seperti pengelolaan sampah, penghematan energi, penggunaan sumber daya alam yang bertanggung jawab, dan mendukung konsumsi lokal. Selain itu, mereka diharapkan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang gaya hidup berkelanjutan dan berkontribusi pada pembangunan global yang merata.

2.1.4 Fungsi dan Peran Kebun Binatang

Perhimpunan Kebun Binatang Seluruh Indonesia (PKBSI) mengidentifikasi beberapa fungsi utama kebun binatang, antara lain:

- a) Menjadi pusat pembelajaran tentang berbagai satwa liar untuk masyarakat, khususnya generasi muda.
- b) Sebagai lokasi untuk penelitian mengenai sifat dan perilaku satwa liar serta cara pemanfaatannya yang berkelanjutan.
- c) Menawarkan fasilitas rekreasi bagi pengunjung agar dapat menikmati keindahan alam dan

keberagaman satwa.

- d) Berfungsi sebagai upaya terakhir untuk melindungi dan membiakkan satwa langka agar tidak punah, dengan tujuan akhir melepaskan mereka ke habitat alami agar bisa berkembang biak secara alami.

Menurut Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.53/Menhut-II/2006, kebun binatang adalah lembaga konservasi yang memiliki peran utama dalam merawat dan mengembangbiakkan berbagai jenis satwa dengan mematuhi etika dan kesejahteraan hewan. Kebun binatang juga berfungsi dalam menciptakan dan mengembangkan habitat baru, melindungi dan melestarikan spesies melalui kegiatan penyelamatan, rehabilitasi, dan reintroduksi ke alam, serta menyediakan sarana untuk pendidikan, penelitian, pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta rekreasi yang sehat.

Kesimpulan singkat dari uraian ini adalah bahwa kebun binatang memiliki fungsi utama sebagai pusat pembelajaran, penelitian, rekreasi, dan konservasi satwa liar. Kebun binatang juga berperan dalam melindungi spesies langka, menjaga kesejahteraan hewan, serta mendukung pendidikan dan penelitian. Selain itu, kebun binatang berfungsi sebagai upaya pelestarian dengan tujuan melepas satwa kembali ke habitat alaminya.

2.2. Tinjauan Umum Satwa

2.2.1 Definisi Satwa

Satwa mencakup semua jenis hewan yang merupakan bagian dari sumber daya alam, baik yang hidup di darat, air, maupun udara. Definisi ini juga tercantum dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, yang menyebutkan bahwa satwa merupakan sinonim dari hewan atau binatang. Selain itu, Pasal 1 Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam dan Hayati serta Ekosistemnya juga menyatakan bahwa satwa mencakup semua jenis sumber daya alam hewani, baik yang hidup di darat maupun di air.

2.2.2 Klasifikasi dan Karakter Satwa Kebun Binatang

Kebun binatang dapat dianggap sebagai bentuk sistem pameran. Beberapa aspek yang menjadi penentu adalah kesamaan fungsi dan kesetaraan elemen pameran dengan aktivitas pameran itu sendiri. Fungsi dari tempat pameran permanen mirip dengan kebun binatang, termasuk dalam hal preservasi, konservasi objek, dan edukasi kepada pengunjung (Hunt, 1980).

1. Klasifikasi satwa berdasarkan kelas

a. Mamalia

Ciri khas utama dari kelas ini adalah adanya puting susu, yang digunakan betina untuk menyusui anak-anaknya. Beberapa anggota kelas ini dapat hidup di darat, di

pohon-pohon, atau bahkan terbang. Umumnya, tubuh mereka dilapisi oleh mantel rambut, meskipun spesies yang hidup di air, seperti dugong, hanya memiliki beberapa helai rambut. Mereka berkembang biak dengan cara melahirkan.

b. Aves

Ciri khas utama kelas ini adalah tubuh yang tertutup oleh bulu. Meskipun sebagian besar anggotanya dapat terbang, ada beberapa yang tidak bisa, seperti kasuari, penguin, dan kiwi. Mereka memiliki sepasang kaki dan dua sayap. Reproduksi dilakukan dengan bertelur, di mana telur yang dibuahi secara internal kemudian dierami atau diinkubasi di dalam pasir.

c. Reptil

Kelas ini memiliki ciri utama berupa tubuh yang dilapisi oleh sisik-sisik. Hewan-hewan dalam kelas ini dapat bergerak dengan cara merayap, baik menggunakan dua pasang kaki atau tanpa kaki sama sekali. Mereka dapat hidup di darat, di air, atau di pohon. Reproduksi dilakukan melalui telur yang dibuahi secara internal. Sebagian dari telur tersebut menetas menjadi anak langsung, sementara sebagian lainnya harus diinkubasi dalam serasah atau di tanah sebelum menetas.

d. Amphibi

Kelas ini memiliki ciri utama berupa tubuh yang dilapisi sisik. Hewan-hewan dalam kelas ini dapat ditemukan di darat, di dalam air, atau di pepohonan. Mereka berkembang biak dengan cara bertelur.

e. Pisces

Ciri khas dari kelas ini adalah kehidupan di lingkungan perairan, menggunakan insang untuk bernapas, dan reproduksi melalui telur yang dibuahi secara eksternal.

2. Klasifikasi satwa berdasarkan habitat hidup

- a) Terrestrial : daratan
- b) Marine : Air Laut
- c) Fresh Water : Air Darat
- d) Arboreal : Pepohonan

3. Klasifikasi satwa berdasarkan pengelompokkan makanan

- a) Karnivora : pemakan daging
- b) Herbivora : pemakan tumbuhan
- c) Omnivora : pemakan segala
- d) Insectivora : pemakan serangga

4. Klasifikasi satwa berdasarkan karakter terhadap manusia dan terhadap makhluk hidup yang lain (Santosa, 2003) :

a) Berbahaya

- Buas
- Berbisa
- Buas dan Berbisa

b) Sulit Beradaptasi

- Peka
- Tempat Persembunyian
- Pasif
- Periodik

c) Mudah Beradaptasi

- Beradaptasi dengan habitat tertentu
- Jinak

Kesimpulan singkat dari uraian ini adalah bahwa kebun binatang dapat dianggap sebagai bentuk sistem pameran yang memiliki fungsi serupa dengan tempat pameran permanen, yaitu untuk konservasi, preservasi, dan edukasi. Hewan di kebun binatang diklasifikasikan berdasarkan beberapa faktor, termasuk kelas biologis (mamalia, aves, reptil, amfibi, pisces), habitat hidup (daratan, laut, air tawar, pepohonan), jenis makanan (karnivora, herbivora, omnivora, insectivora), serta karakter terhadap manusia dan makhluk hidup lain (berbahaya, sulit beradaptasi, mudah beradaptasi).

2.3 Biom/Lingkungan Hidup

Berdasarkan fungsi kebun binatang sebagai sarana konservasi flora dan fauna maka dalam mendesain dan merancang kebun binatang terkait erat dengan penataan lingkungan hidup bagi flora dan fauna yang tinggal di dalamnya. Pada subbab sebelumnya telah dijelaskan tentang kesejahteraan hewan, termasuk pentingnya menyediakan lingkungan hidup (biom) yang sesuai bagi flora dan fauna tersebut.

2.3.1 Pengertian Biom

Bioma, atau sering disebut "zona kehidupan utama," merupakan unit geografis biotik terbesar yang terdiri atas kelompok utama flora dan fauna yang memiliki siklus hidup dan lingkungan serupa. Bioma ini mencakup beragam komunitas serta tipe vegetasi dominan, seperti padang rumput atau hutan pohon jarum. Bioma dengan kesamaan karakteristik diklasifikasikan ke dalam jenis bioma tertentu, contohnya adalah bioma hutan beriklim gugur yang meliputi wilayah

Asia, Eropa, dan Amerika Utara. "Zona kehidupan utama" adalah istilah dari Eropa yang merujuk pada konsep bioma di Amerika Utara (Encyclopædia Britannica, 2015).

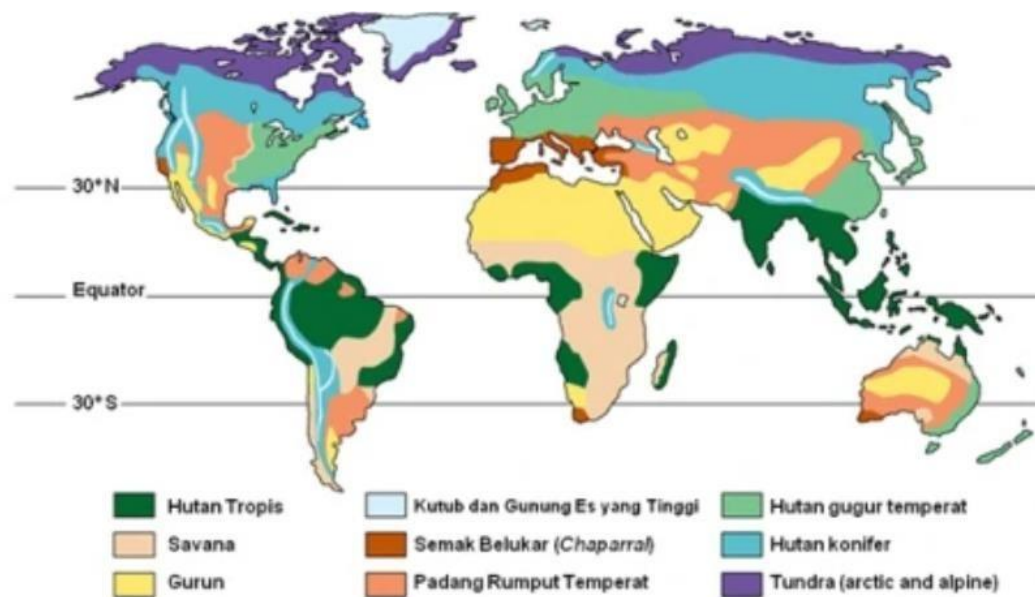
Bioma adalah area geografis yang terdiri dari kelompok tanaman dan hewan tertentu yang telah beradaptasi dengan lingkungan setempat. Jenis bioma di suatu wilayah ditentukan oleh iklim dan geografinya. Bioma utama mencakup gurun, hutan, padang rumput, tundra, serta beberapa tipe lingkungan perairan. Setiap bioma tersusun dari berbagai ekosistem yang makhluk hidup di dalamnya telah beradaptasi dengan perbedaan kecil dalam iklim dan lingkungan. Untuk mengetahui jenis bioma suatu wilayah, perlu memperhatikan beberapa hal berikut:

- a) Iklim wilayah
- b) Letak dan kondisi geografis bioma tersebut
- c) Adaptasi khusus dari vegetasi yang ada
- d) Jenis hewan yang hidup di bioma tersebut serta adaptasi fisik dan perilakunya terhadap lingkungan.

Kesimpulan singkat dari uraian ini adalah bahwa bioma merupakan unit geografis biotik terbesar yang terdiri dari kelompok tumbuhan dan hewan yang telah beradaptasi dengan lingkungan tertentu. Jenis bioma ditentukan oleh iklim dan geografi wilayah tersebut, dengan beberapa tipe utama seperti gurun, hutan, padang rumput, tundra, dan lingkungan perairan. Untuk mengidentifikasi jenis bioma, perlu diperhatikan iklim, letak geografis, serta adaptasi vegetasi dan hewan yang ada di wilayah tersebut.

2.3.2 Jenis dan Karakteristik Bioma

Bioma dapat dikelompokkan menjadi beberapa kategori. Secara umum, bioma terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu bioma darat (terrestrial) dan bioma air (aquatic). Pembagian bioma secara global dapat dilihat pada gambar 2.1 , yang menggambarkan distribusi wilayah geografis bioma di seluruh dunia.



Gambar 2. 1 Distribusi Wilayah Geografis Bioma di Seluruh Dunia

Berikut adalah pembagian tipe biom terrestrial (tipe biom daratan) :

1. Biom Tundra

Bioma tundra adalah bioma yang berada di sekitar wilayah lingkaran kutub utara dan sebagian kecil di kutub selatan (Gambar 2.). Di daerah ini, pepohonan tidak bisa tumbuh, hanya tumbuhan kecil seperti rumput dan lumut yang ada. Tundra dapat ditemukan di sekitar lingkaran Arktik, Greenland di kutub utara, serta di Antarktika dan pulau-pulau kecil di sekitarnya di kutub selatan. Kondisi lingkungan bioma tundra dijelaskan lebih lanjut pada gambar 2.2. Beberapa ciri khas dari bioma tundra antara lain:

- a) Sebagian besar wilayahnya tertutup oleh es atau salju, sering kali disebut gurun es.
- b) Memiliki musim dingin yang panjang dan gelap, serta musim panas yang panjang dan terang karena gerak semu matahari hanya mencapai $23,5^{\circ}$ LU/LS.
- c) Permafrost, yaitu lapisan tanah yang membeku secara permanen di bagian bawahnya.
- d) Suhu yang sangat dingin
- e) Kecepatan angin yang tinggi dan suhu dingin membentuk komunitas tumbuhan yang dikenal sebagai tundra alpine.
- f) Curah hujan yang sangat rendah setiap tahunnya, menyebabkan air tidak dapat menembus permafrost, sehingga terbentuk kolam-kolam kecil di permukaan

tanah yang dangkal selama musim panas yang singkat.

- g) Tundra mencakup area yang sangat luas di wilayah Arktik, meliputi sekitar 20% dari permukaan daratan bumi.



Gambar 2. 2 Bioma Tundra

Vegetasi yang mampu bertahan di bioma tundra antara lain lumut kerak, lumut Sphagnum, rumput, serta tumbuhan kecil lainnya yang biasanya hanya hidup selama 4 bulan, mengingat matahari hanya muncul selama 4 bulan, sementara 8 bulan sisanya adalah musim dingin. Variasi profil tanah di bioma tundra menyebabkan perbedaan jenis vegetasinya. Di daerah berawa, misalnya, terdapat rumput teki, rumput kapas, dan gundukan gambut (Hylock Tundra). Di cekungan basah seperti di Greenland, tumbuh semak salik dan bentula. Di wilayah yang lebih kering, terdapat lumut, teki-tekian, Ericaceae, dan beberapa tumbuhan berdaun lebar. Di lereng batu, tumbuh lumut kerak, lumut, dan alga.

Karena wilayah ini memiliki iklim es abadi dan iklim tundra, suhu di bioma tundra selalu dingin. Fauna yang hidup di sini umumnya memiliki bulu dan lapisan lemak tebal untuk menjaga kehangatan tubuh. Contoh fauna di bioma tundra meliputi muscox, rusa, rubah, kelinci salju, hewan pengerat, burung hantu salju, walrus, dan beruang kutub. Jenis burung yang hidup di tundra antara lain itik, angsa, burung elang, dan burung hantu.

2. Biom Taiga (*Coniferus*)

Bioma Taiga banyak terdapat di wilayah utara bumi, seperti di Rusia dan Kanada.

Bioma ini merupakan yang paling luas di antara semua bioma yang ada di bumi. Ciri-ciri utama bioma taiga meliputi:

- a) Musim dingin yang panjang dan musim panas yang sangat pendek serta panas.
- b) Selama musim dingin, air di dalam tanah membeku hingga kedalaman 2 meter di bawah permukaan.
- c) Hanya terdapat sedikit jenis tumbuhan yang dapat hidup di sini, biasanya hanya dua atau tiga jenis tumbuhan.



Gambar 2. 3 Bioma Taiga

Pohon-pohon utama yang tumbuh di wilayah bioma taiga adalah jenis konifer, sehingga hutan di kawasan ini sering disebut hutan konifer. Beberapa contoh tumbuhan konifer tersebut antara lain alder, birch, juniper, dan spruce. Daun pohon-pohon konifer berbentuk jarum dan dilapisi zat lilin di bagian luar yang membuatnya tahan terhadap kekeringan. Kondisi ini menyebabkan hanya sedikit jenis hewan yang dapat bertahan di bioma Taiga, seperti beruang, rubah, serigala, dan beruang hitam.

Hewan-hewan di bioma Taiga hidup di area peralihan antara iklim sedang dan kutub. Bioma ini juga dikenal sebagai hutan rawa atau hutan boreal. Taiga merupakan bioma darat terbesar di bumi, membentang luas di Amerika Utara bagian utara dan Eurasia hingga ke perbatasan selatan tundra Arktik. Bioma ini mengalami hujan salju yang lebat selama musim dingin. Bentuk kerucut pada banyak pohon konifer membantu mencegah salju menumpuk di cabang-cabang pohon, yang bisa menyebabkan cabang-cabang patah.

3. Biom Padang Pasir/Gurun

Bioma gurun adalah bioma yang didominasi oleh batu dan pasir, dengan vegetasi yang sangat jarang. Bioma ini sebagian besar terpusat di sekitar 20 derajat lintang utara, dari Pantai Atlantik di Afrika hingga Asia Tengah. Di sepanjang kawasan ini terdapat kompleks gurun seperti Sahara, Arab, dan Gobi, yang luasnya mencapai 10 juta kilometer persegi. Ciri-ciri utama bioma gurun meliputi:

- a) Curah hujan yang sangat rendah, kurang dari 25 cm per tahun.
- b) Tingkat penguapan (evaporasi) lebih tinggi daripada curah hujan.
- c) Air tanah umumnya bersifat asin karena larutan garam dalam tanah tidak mudah berpindah akibat kurangnya pencucian oleh air atau drainase.
- d) Tumbuhan yang hidup di gurun umumnya memiliki daun kecil seperti duri dan akar yang panjang.
- e) Perbedaan suhu antara siang dan malam sangat besar, dengan suhu permukaan tanah bisa mencapai lebih dari 60°C pada siang hari.



Gambar 2. 4 Bioma Padang Gurun

Flora di gurun beradaptasi dengan kondisi panas dan kekurangan air. Tumbuhan seperti kaktus dan sukulen menyimpan air dalam batangnya, daun mereka ditutupi kutikula tebal, dan akarnya panjang untuk mencapai sumber air. Daun yang berubah menjadi duri juga membantu mengurangi penguapan air. Fauna di gurun juga beradaptasi dengan lingkungan ini. Mereka umumnya beraktivitas pada malam hari dan bersembunyi di siang hari untuk menghindari panas. Beberapa hewan memiliki

cadangan air di tubuh mereka. Contoh hewan yang hidup di gurun termasuk unta, tikus, ular, kadal, kalajengking, dan semut. Beberapa spesies tikus gurun bahkan tidak pernah minum, tetapi mendapatkan kebutuhan airnya dari proses metabolisme biji-bijian yang mereka makan.

Sekitar sepertiga dari permukaan bumi terdiri dari gurun. Lanskap gurun memiliki beberapa karakteristik umum, sebagian besar terdiri dari batuan. Bukit pasir, yang disebut erg, dan permukaan berbatu adalah fitur utama lainnya dari gurun. Selain itu, gurun sering mengandung cadangan mineral berharga yang terbentuk di lingkungan kering atau terpapar erosi.

4. Biom Padang Rumput (*Grassland*)

Bioma Stepa atau padang rumput membentang dari daerah tropis hingga subtropis, di mana curah hujan tidak cukup untuk mendukung perkembangan hutan. Bioma Stepa ditandai dengan padang rumput luas tanpa banyak pepohonan. Ciri-ciri bioma Stepa meliputi:

- a) Curah hujan yang tidak menentu, berkisar antara 250 hingga 500 mm per tahun.
- b) Tanahnya umumnya tidak mampu menyimpan air dengan baik karena rendahnya porositas tanah dan sistem drainase yang buruk, sehingga rumput-rumput dapat tumbuh subur.
- c) Beberapa jenis rumput bisa mencapai ketinggian hingga 3,5 meter.
- d) Pohon yang khas di wilayah ini adalah akasia.
- e) Persebaran bioma Stepa meliputi wilayah-wilayah seperti Afrika, Amerika Selatan, bagian barat Amerika Serikat, Argentina, dan Australia.



Gambar 2. 5 Bioma Padang Rumput

Vegetasi di bioma padang rumput meliputi pohon akasia dan semak-semak yang tumbuh di antara rumput, yang membentuk savana. Karena merupakan padang rumput luas, bioma ini dihuni oleh banyak hewan herbivora dan karnivora, seperti rusa, antelop, kerbau, kanguru, harimau, singa, dan ular.

5. Biom Savana

Padang rumput di bioma ini memiliki pohon-pohon yang tumbuh jarang di antara hamparan rumput. Di bioma padang rumput dan savana, dapat ditemukan berbagai jenis hewan seperti bison, gajah, jerapah, zebra, domba, biri-biri, harimau, cheetah, serigala, dan ular. Savana adalah tempat di mana herbivora besar dan predatornya dapat terlihat dengan jelas. Sementara itu, serangga seperti semut dan rayap adalah herbivora dominan di sini dan di savana lainnya.

Tumbuhan dominan di savana termasuk rumput dan pohon yang tersebar. Kebakaran merupakan faktor abiotik yang penting, dan spesies tumbuhan yang dominan biasanya adalah mereka yang telah beradaptasi dengan kebakaran. Selama musim hujan, pertumbuhan cepat rumput dan tumbuhan kecil berdaun lebar (forb) menyediakan banyak makanan untuk hewan. Namun, mamalia pemakan rumput besar sering kali harus bermigrasi ke area padang rumput yang lebih hijau dan mencari sumber air selama musim kemarau.

Savana dapat dibagi menjadi dua jenis:

- Sabana murni: di mana pepohonan terdiri dari satu jenis tumbuhan saja.

- Sabana campuran: di mana pepohonan terdiri dari berbagai jenis tumbuhan.



Gambar 2. 6 Bioma Savana

Bioma Savana berbeda dari Bioma Stepa. Perbedaan utama antara keduanya adalah bahwa savana merupakan padang rumput dengan sebaran pohon besar, sedangkan Stepa adalah padang rumput tanpa banyak pepohonan, atau jika ada, hanya sedikit.

6. Biom Hutan Hujan Tropis (Hutan Basah)

Hutan basah terletak di wilayah tropis yang mencakup semenanjung Amerika Tengah, Amerika Selatan, Afrika, Madagaskar, bagian utara Australia, Indonesia, dan Malaysia. Hutan ini mendukung berbagai jenis tumbuhan karena menerima sinar matahari dan curah hujan yang melimpah. Karena pohon-pohon di hutan tropis umumnya tinggi dan tanahnya sering tergenang air, banyak hewan yang hidup di sini adalah pemanjat seperti primata, termasuk gorila, monyet, simpanse, orangutan, gibbon, dan siamang.



Gambar 2. 7 Bioma Hutan Hujan Tropis

Vegetasi di hutan tropis sangat padat dan beragam, mulai dari tumbuhan rendah yang tumbuh di lantai hutan hingga pohon-pohon tinggi. Tumbuhan epifit seperti anggrek, yang tumbuh di kanopi pohon, serta liana juga ditemukan di sini. Hewan-hewan yang dapat ditemukan di hutan ini meliputi monyet, macan kumbang, harimau, tapir, gajah, dan berbagai jenis burung.

7. Biom Hutan Gugur (*Decidious Forest*)

Hutan gugur terletak di daerah yang mengalami empat musim: semi, panas, gugur, dan dingin. Ciri khas dari hutan gugur adalah adanya pohon-pohon gugur yang padat dan tegak. Hutan ini dapat ditemukan di garis lintang pertengahan di mana tersedia cukup air untuk mendukung pertumbuhan pohon-pohon besar. Berbeda dengan hutan hujan tropis, hutan gugur memiliki jarak vegetasi yang lebih terbuka dan lebih renggang.



Gambar 2. 8 Bioma Hutan Gugur

Hutan gugur memiliki struktur vertikal yang jelas, terdiri dari satu atau dua lapisan pohon, semak-semak di bawahnya, dan tumbuhan herba di bagian dasar. Banyak mamalia di hutan gugur mengalami hibernasi atau keadaan dorman selama musim dingin, sedangkan beberapa spesies burung melakukan migrasi ke daerah yang lebih hangat. Tumbuhan utama di hutan ini adalah pohon berdaun lebar seperti oak, elm, maple, dan beech. Pohon-pohon ini hijau pada musim panas dan menggugurkan daunnya pada musim gugur, sehingga pada musim dingin mereka tampak tanpa daun.

8. Biom Padang Semak

Bioma Padang Semak, atau dikenal dengan istilah Chaparral atau Shrubland, berasal dari kata Spanyol "*chaparro*" yang berarti semak. Bioma ini memiliki karakteristik iklim yang sangat kering dan panas. Selama musim dingin, suhu dapat turun hingga 10°C, sementara pada musim panas bisa melonjak sampai 40°C. Kondisi suhu ekstrem ini sering menyebabkan kebakaran dan kekeringan.



Gambar 2. 9 Bioma Padang Semak

Tumbuhan dan hewan di bioma chaparral telah beradaptasi dengan iklim yang keras. Tumbuhan di area ini memiliki daun kecil dan keras yang berfungsi untuk menjaga kelembaban, serta lapisan lilin di permukaan daunnya. Akar tumbuhan panjang dan menyebar luas untuk mencari air. Ciri khas bioma ini adalah semak-semak dan tumbuhan rendah. Tumbuhan yang dapat bertahan termasuk semak-semak tahan api seperti kaktus, zaitun, manzanita, dan chamise. Selain itu, terdapat juga tumbuhan aromatik seperti rosemary, thyme, sage, dan oregano, yang mengandung minyak mudah terbakar dan menyebabkan seringnya kebakaran.

Fauna di bioma *chaparral* juga telah menyesuaikan diri dengan kondisi kebakaran dan kekeringan yang berkepanjangan. Hewan-hewan yang dapat ditemukan di sini meliputi coyotes, kelinci, rusa, aligator, katak bertanduk, berbagai jenis ular (seperti *racer snake* dan *northern red diamond rattlesnake*), tikus, chipmunk, rubah, lynx, singa gunung, kambing liar, domba, serta berbagai jenis burung dan serangga.

Berikut adalah pembagian tipe biom perairan (*aquatic biom*) :

1. Bioma Komunitas Laut

Berbeda dengan lingkungan darat dan air tawar, lautan sangat luas dan bersifat terus-menerus. Meskipun organisme dapat ditemukan di seluruh samudra, kelimpahan dan jenis kehidupan sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik lokal. Faktor yang paling signifikan adalah cahaya dan substrat. Lautan dapat dibagi menjadi dua zona vertikal: zona fotik (tempat cahaya mencapai) dan zona afotik (tempat cahaya tidak mencapai),

tergantung pada penetrasi cahaya matahari. Karena cahaya matahari diserap seiring dengan kedalaman, batas antara kedua zona ini bervariasi. Zona fotik mulai dari tepi pantai, di mana cahaya dapat menembus lebih dari 30 meter karena adanya organisme dan partikel di air, hingga samudra terbuka, di mana cahaya bisa mencapai kedalaman lebih dari 100 meter. Fotosintesis hanya terjadi di zona fotik. Sebagian besar energi organik yang mendukung kehidupan laut berasal dari daerah ini, dengan organisme di zona fotik memperoleh energi dari bahan organik yang dihasilkan di daerah tersebut, yang kemudian terkirim ke kedalaman laut dalam bentuk feses dan organisme yang mati.

Namun, para ahli oseanografi juga telah menemukan komunitas organisme yang berkembang dengan baik, seperti berbagai jenis cacing, remis, dan ketam, di area tertentu seperti zona renggangan Galapagos di Pasifik tropis, di mana sulfida dikeluarkan selama musim panas. Bakteri kemosintetik, yang memperoleh energi melalui oksidasi hidrogen sulfida, memainkan peran penting dalam rantai makanan komunitas unik ini.

Komunitas laut juga dikelompokkan berdasarkan kedalaman dan struktur dasar laut. Daerah dangkal meliputi zona intertidal atau littoral, yang merupakan area peralihan antara laut dan daratan, dengan organisme yang hidup di sini sering menghadapi pasang surut yang berfluktuasi setiap dua bulan. Di atas zona intertidal terletak zona neritik atau sublittoral, yang mencakup laut dengan kedalaman hingga 200 meter di atas lempeng kontinental. Lebih dalam lagi terdapat daerah bathyal, yang merupakan wilayah bebas di bawah batas lempengan kontinental.

Sebagian besar samudra terdiri dari zona abyssal, daerah luas dengan kedalaman air antara 2000 hingga 6000 meter. Lingkungan di zona ini sangat stabil, gelap, dingin (4°C), dan memiliki komposisi kimia yang konsisten. Organisme yang tinggal di zona ini dibagi menjadi bentik atau pelagik, tergantung pada ketergantungan mereka pada substrat atau penyebaran di kolom air. Komunitas bentik bervariasi tergantung pada jenis substratnya; di substrat keras, terdapat struktur tiga dimensi mulai dari lapisan bawah, lempeng alga, hingga "hutan" koral dan kelp. Di substrat berpasir atau berlumpur, kompleksitas tiga dimensi sering dibentuk oleh invertebrata yang hidup di bawah permukaan. Organisme pelagik dibagi menjadi plankton dan nekton. Plankton terdiri dari organisme mikroskopis seperti fitoplankton (misalnya diatom) dan zooplankton (misalnya udang kecil dan larva invertebrata serta ikan). Nekton

mencakup hewan yang berenang aktif, termasuk ikan, ikan paus, dan beberapa invertebrata besar yang umumnya mendominasi zona tropis dibandingkan dengan plankton.

2. Bioma Komunitas Air Tawar

Komunitas air tawar dapat ditemukan di berbagai tempat seperti danau kecil, telaga, rawa, dan terkadang dihubungkan oleh sungai yang panjang serta bercabang. Lingkungan ini umumnya dibagi menjadi dua kategori:

- 1) Lotic, yaitu habitat air yang mengalir seperti sungai, mata air, dan aliran kecil. Habitat lotic dibagi lagi menjadi dua tipe, yaitu deras dan menggenang. Pada habitat lotic deras, kecepatan aliran air cukup untuk memastikan oksigenisasi dan menjaga substrat tetap bersih dari endapan. Di area ini, biasanya ditemukan organisme yang hidup di permukaan substrat berbatu atau yang mampu berenang dengan kuat melawan arus. Sebaliknya, habitat lotic menggenang ditandai dengan air yang dalam, bergerak lambat, dan seringkali berlumpur, dengan oksigenasi yang rendah di dasar. Di area ini banyak terdapat hewan yang berenang dan berbagai spesies bentik yang mencari perlindungan di substrat.
- 2) Lentik, yaitu habitat air yang tidak mengalir seperti danau dan telaga. Habitat lentik, seperti halnya di samudra, juga terbagi menjadi beberapa daerah, meskipun istilahnya berbeda. Daerah litoral adalah bagian dangkal di mana cahaya dapat menembus hingga dasar, memungkinkan tumbuhan air berakar tumbuh.

Di luar pantai, air terbagi menjadi zona limnetik di permukaan, tempat cahaya mencukupi untuk fotosintesis, dan zona profundal yang lebih dalam. Danau yang produktif menyediakan jaring makanan yang didasarkan pada tumbuhan di zona litoral dan fitoplankton di zona limnetik. Produktivitas biasanya dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi inorganik yang terkumpul dari batas air. Danau-danau di daerah subarktik dan beriklim sedang mengandalkan daur ulang materi organik di dasar danau, yang terjadi secara musiman seiring dengan perubahan suhu dan kekentalan air. Danau iklim sedang dibagi menjadi dua jenis: eutropik dan oligotropik. Danau eutropik adalah danau dangkal yang sangat produktif karena cahaya menembus hampir sampai dasar, dan terjadi sirkulasi vertikal yang membawa nutrisi ke permukaan dan oksigen ke dasar setiap musim semi dan gugur. Sementara itu, danau oligotropik biasanya sangat dalam

dengan sedikit atau tanpa sirkulasi vertikal, menyebabkan cahaya dan nutrisi yang terbatas, yang membatasi produktivitas utama.

Ada beberapa komunitas yang tidak termasuk dalam klasifikasi ini karena keunikannya, meskipun jarang, seperti danau hipersalin (dengan kadar garam tinggi) seperti Great Salt Lake di Amerika Utara dan Dead Sea di Timur Tengah, yang kadar garamnya melebihi air laut; gua (di mana tidak ada cahaya dan komunitas bergantung sepenuhnya pada bahan organik yang masuk); serta sumber mata air panas (yang merupakan lingkungan fisik yang sangat keras). Juga terdapat komunitas kecil namun penting di daerah pertemuan air tawar, air asin, dan daratan. Muara, rawa asin, dan rawa mangrov di daerah tropis adalah contoh ekosistem dengan produktivitas tinggi di mana hanya beberapa spesies yang mampu bertahan dari perubahan fisik yang terjadi antara air tawar, air laut, dan iklim darat.

Kesimpulan singkat dari uraian tersebut adalah pembagian tipe bioma berdasarkan lingkungan daratan dan perairan. Bioma daratan meliputi tundra, taiga, gurun, padang rumput, savana, hutan hujan tropis, hutan gugur, dan padang semak, masing-masing dengan ciri khas iklim, vegetasi, dan fauna yang telah beradaptasi dengan kondisi setempat. Sementara itu, bioma perairan mencakup komunitas laut dan air tawar, yang juga terbagi berdasarkan faktor kedalaman, cahaya, serta jenis habitat air mengalir atau menggenang, mempengaruhi organisme yang hidup di sana.

2.4 Tinjauan Umum Hutan Hujan Tropis

2.4.1 Pengertian Hutan Hujan Tropis

Salah satu jenis hutan tropis yang diklasifikasikan berdasarkan iklim adalah hutan hujan tropis. Ketika kita berbicara tentang hutan tropis, curahan atau presipitasi hanya mengacu pada hujan, bukan jenis curahan lainnya seperti salju atau hujan es. Oleh karena itu, istilah "hutan hujan" mengacu pada hutan yang terpengaruh oleh curah hujan dalam jumlah maupun distribusi. Istilah "rain forest" dalam bahasa Inggris dan "regenwald" dalam bahasa Jerman merujuk pada hutan hujan.

Meskipun luasnya relatif kecil, hutan hujan tropis memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi. Sekitar 25% dari hutan tropis di dunia adalah hutan tropis, dengan 32% menjadi hutan tropis lembab dan 42% menjadi hutan tropis kering. Hutan tropis terdiri dari berbagai ekosistem yang saling berhubungan, mulai dari hutan pegunungan di bagian hulu daerah aliran sungai (DAS) hingga ke ekosistem hutan mangrove di kawasan estuari. Hutan memainkan peran penting dalam sistem DAS dengan menyediakan sumber air tanah serta meningkatkan kualitas dan kuantitas air untuk rumah tangga dan pertanian serta mengurangi risiko banjir dan erosi tanah.

DAS sendiri adalah wilayah di permukaan bumi yang mengalirkan air hujan ke sungai utama, baik melalui anak sungai maupun aliran utama. DAS ini dibatasi oleh punggung atau topografi tertentu yang mengumpulkan, menyimpan, dan mengalirkan air ke danau atau laut. Aktivitas di darat berpengaruh hingga ke laut, sehingga pengelolaan hutan sebaiknya dikaitkan dengan pengelolaan ekosistem pantai, atau yang dikenal sebagai Pengelolaan Pesisir Terpadu (Integrated Coastal Management). Pengelolaan hutan, termasuk perencanaan penggunaan lahan dan kegiatan seperti permukiman atau industri, perlu mempertimbangkan dampaknya terhadap ekosistem laut, karena limbah dari aktivitas tersebut akan berakhir di laut. Kerusakan hutan dapat menyebabkan limpasan air atau banjir yang membawa sedimen dan sampah ke laut, sehingga mencemari laut dan merusak ekosistem terumbu karang.

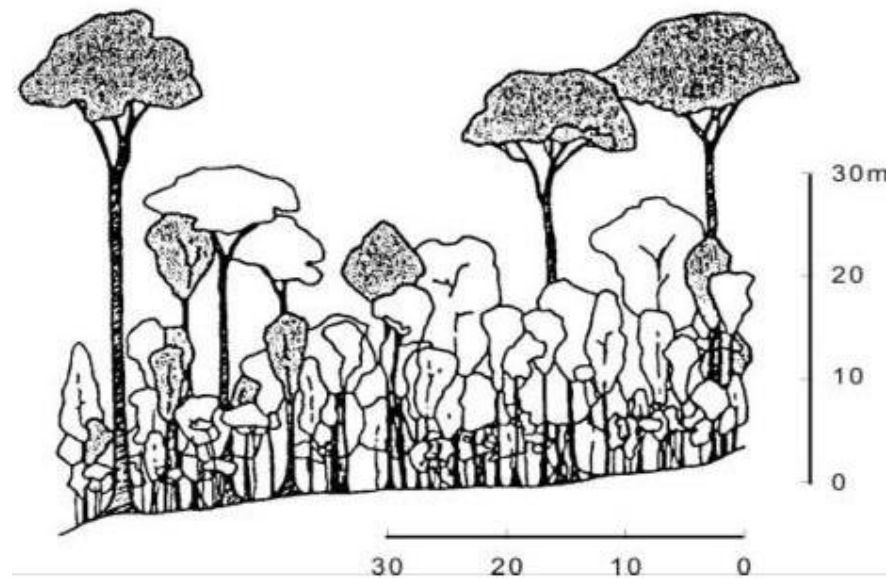
2.4.2 Struktur Hutan Hujan Tropis

Struktur hutan tropis merujuk pada pola penyusunan atau pengaturan tumbuhan yang ada di dalamnya. Pengaturan ini dapat diamati melalui stratifikasi vertikal atau pengelompokan synusia. Stratifikasi vertikal menggambarkan lapisan-lapisan tajuk dari pohon paling tinggi hingga tumbuhan di lantai hutan, sedangkan pengelompokan synusia menyusun tumbuhan berdasarkan kesamaan relung ekologi, peran, atau bentuk kehidupannya.

Pengelompokan synusia yang sederhana meliputi kelompok-kelompok seperti pohon, semak, liana, epifit, dan parasit. Pohon dan semak termasuk ke dalam kategori tumbuhan yang secara mekanis mandiri, karena tidak memerlukan tumbuhan lain untuk bertumbuh dan mendapatkan sinar matahari. Sebaliknya, liana, epifit, dan parasit sangat bergantung pada tumbuhan lain untuk menopang tubuhnya atau memperoleh sinar matahari dan nutrisi. Tumbuhan dalam kelompok synusia mandiri ini membentuk lapisan-lapisan vertikal yang mencerminkan ketinggian tajuk. Stratifikasi vertikal ini menjadi ciri khas hutan tropis, berbeda dengan hutan di daerah beriklim sedang (ugahari) yang biasanya hanya memiliki pohon di lapisan pertama, diikuti oleh pohon lebih pendek, semak, dan tumbuhan bawah yang tumbuh jarang-jarang. Dalam hutan tropis, terdapat tajuk pohon tertinggi sebagai lapisan pertama, disusul pohon-pohon lapisan bawah, semak, dan berbagai tumbuhan bawah seperti paku-pakuan.

Stratifikasi dimulai dari pohon tertinggi dengan tajuk sekitar 45 hingga 55 meter, bahkan ada yang mencapai 70 meter. Pohon pada lapisan ini biasanya tumbuh secara terpisah atau berkelompok, tampak menonjol di atas strata lainnya, dan disebut sebagai strata A. Di kawasan hutan tropis Malesiana, lapisan ini sering ditempati oleh pohon-pohon dari famili Dipterocarpaceae (meranti). Di bawah strata A terdapat strata B dengan tajuk setinggi sekitar 30 hingga 35 meter. Tajuk pada strata B tersusun lebih padat, sehingga celah tajuk di strata A tertutupi dari atas. Namun,

masih ada sedikit celah di strata B. Beberapa pohon di strata B dapat tumbuh lebih tinggi dan mengisi strata A. Pada strata C, tajuk-tajuk lebih padat, dengan bentuk tajuk yang sebagian besar kerucut atau berbentuk conus. Pohon di strata ini tidak tumbuh lebih tinggi ke strata A atau B, sehingga tetap berada pada ketinggian strata C. Strata D meliputi tumbuhan setinggi sekitar 1 meter, seperti pohon muda, palem, dan paku besar. Di bawahnya, strata E ditempati oleh anakan pohon, semak, dan paku-pakuan yang tumbuh terpisah-pisah tanpa adanya kontinuitas tajuk dari satu individu ke individu lainnya.



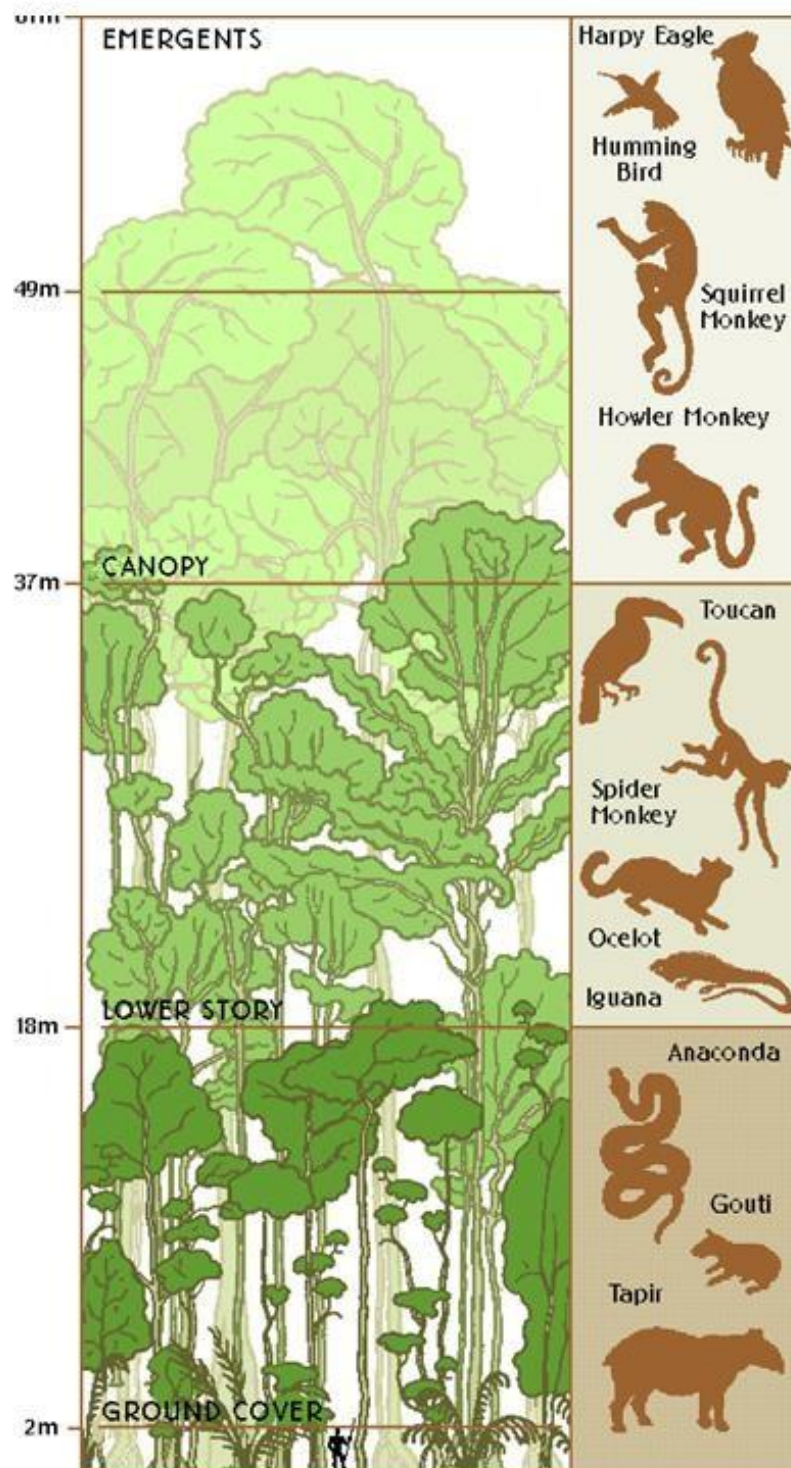
Gambar 2. 10 Struktur Hutan Tropis

Pembagian strata dalam hutan tropis tidak selalu tampak pada semua jenis hutan. Beberapa hutan tropis mungkin tidak memiliki strata A atau E sesuai dengan definisi strata seperti yang disebutkan. Ada juga hutan-hutan tertentu yang tidak menunjukkan stratifikasi yang tegas, karena ketinggian tajuknya saling menyambung antara strata. Misalnya, di Guyana, strata B dan C terlihat jelas perbedaannya, namun strata A dan B tampak menyatu. Sementara itu, beberapa tipe hutan di Kalimantan menunjukkan perbedaan yang jelas antara strata A dan B, tetapi antara strata B dan C tampak menyambung. Pembagian strata yang unik ini adalah strategi efektif bagi hutan tropis untuk memaksimalkan pemanfaatan sinar matahari. Stratifikasi ini memperlihatkan keanekaragaman mulai dari lantai hutan hingga kanopi hutan.

Struktur lapisan dalam hutan tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Pohon menjulang atau emergent.
- 2) Tajuk utama yang menyatu.
- 3) Pohon-pohon bawah (understorey).

- 4) Pohon kecil dan semak.
- 5) Tumbuhan lantai hutan yang terdiri dari herba dan bibit tanaman.



Gambar 2. 11 Variasi Satwa Hutan Tropis

keseimbangan antara estetika, fungsi, dan keberlanjutan dengan mempertimbangkan aspek-aspek ekologis dan lingkungan. Dalam konteks revitalisasi kebun binatang seperti Medan Zoo, pendekatan ini bertujuan untuk menghadirkan lingkungan yang menyerupai ekosistem asli dari spesies yang ada, sehingga mendukung kesejahteraan satwa dan memberikan pengalaman edukatif bagi pengunjung tersebut.

Menurut (Pankhurst, et.al, 2013), arsitektur habitat berusaha menciptakan ruang yang meniru ekosistem alami guna mendukung perilaku alami satwa serta mempromosikan kesejahteraan dan kesehatan mereka. Hal ini dilakukan dengan mengintegrasikan elemen-elemen alami, seperti vegetasi, topografi, air, dan iklim mikro yang menyerupai habitat asli spesies yang dipelihara. Mador, et. All (2008) juga menjelaskan terkait dengan bagaimana prinsip desain yang mendukung kehidupan alami dapat diterapkan untuk menciptakan ruang yang mendekati habitat alami, serta pentingnya hubungan antara manusia dan alam dalam desainnya. Prinsip-prinsip desain tersebut yaitu :

- Autentisitas Ekologis :

Desain berusaha meniru kondisi alami dengan autentik, menggunakan vegetasi asli dan elemen alam seperti air dan bebatuan yang sesuai dengan ekosistem spesifik

- Integrasi dengan Alam :

Desain bangunan dan struktur mengalir dengan lanskap, menggunakan bentuk-bentuk yang alami dan material yang ramah lingkungan agar menyatu dengan ekosistem sekitarnya.

- *Sustainability* :

Menggunakan sumber daya secara efisien, meminimalkan jejak ekologis, dan mengelola sumber daya alam seperti air dan energi dengan bijaksana.

Selain itu Coe (1995) berpendapat bahwa desain yang menyerupai habitat alami satwa dapat memberikan kesempatan bagi pengunjung untuk melihat perilaku satwa dalam habitat yang mendekati kondisi asli sehingga dapat belajar tentang ekosistem dan pentingnya konservasi.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pendekatan arsitektur habitat dalam desain kebun binatang menekankan pentingnya menciptakan lingkungan yang mendekati habitat asli untuk satwa yang dipelihara. Hal ini tidak hanya bermanfaat untuk kesejahteraan satwa tetapi juga memiliki nilai edukatif dan keberlanjutan yang tinggi. Dengan mengadopsi prinsip-prinsip ekologi dan desain hijau, pendekatan ini dapat menghasilkan ruang yang estetis, fungsional, dan harmonis dengan alam.

2.5.1 *Barrier Design*

Berdasarkan (Gupta, Kishor, 2008), penghalang di kebun binatang adalah batas atau pembatas yang digunakan untuk menjaga hewan agar tetap berada di area yang aman dan terpisah dari pengunjung. Penghalang ini berfungsi sebagai alat keamanan untuk mencegah hewan melarikan diri atau berinteraksi langsung dengan pengunjung yang bisa membahayakan keduanya.

Saat ini ada berbagai cara untuk menyembunyikan penghalang hewan dari pandangan pengunjung, misalnya menyamarkan penghalang sebagai bagian dari alam seperti sungai, batu, tepi yang terkikis, atau tepian sungai. Penggunaan tanaman, batu, batang kayu, dan benda lainnya menciptakan pemandangan panjang dengan berbagai hewan, sehingga memberikan ilusi bahwa hewan berada dalam “habitat alami.” Penghalang ini juga bisa ditutupi oleh tanaman atau bentuk tanah. Dengan membuat batas wilayah hewan sulit dilihat pengunjung, kebun binatang dapat menciptakan pengalaman yang lebih seru dan membangun perasaan bahwa pengunjung benar-benar berada di dunia hewan.

Desain penghalang memperhatikan beberapa aspek, seperti jarak aman untuk lompatan, stabilitas struktur penghalang, serta keselamatan pengunjung. Saat ini, sebagian besar pameran kebun binatang dengan parit ada di Amerika Serikat, dan lebar parit di sana dianggap sebagai standar oleh banyak arsitek kebun binatang.

Secara umum, jenis spesies hewan, tingkat bahaya bagi manusia jika lepas, serta kemampuannya untuk melompat atau memanjat menentukan jenis penghalang fisik yang diperlukan. Tidak ada satu jenis penghalang yang dapat memenuhi semua kebutuhan, sehingga diperlukan sistem penghalang yang terkoordinasi.

- a) **Penghalang Utama** – Ini adalah penghalang yang memberikan batas fisik yang aman bagi hewan baik di area pameran maupun di area lain yang sering digunakan oleh hewan. Contohnya meliputi penghalang perimeter untuk kandang yang dipajang dan tidak dipajang, paddock, ruangan malam, atau ruang istirahat, dan jalur khusus.
- b) **Penghalang Sekunder** – Area ini menyediakan batas fisik sementara bagi hewan jika hewan berhasil melewati penghalang utama dan mencegah pengunjung untuk berinteraksi langsung dengan hewan. Contohnya meliputi vestibul di dalam kandang hewan, partisi keamanan untuk mencegah area "blind spot" di area penampungan, serta pagar untuk mencegah pengunjung masuk ke area yang tidak dipamerkan dan penghalang seperti rel untuk menjaga pengunjung agar tidak mendekati area berbahaya seperti parit atau pagar utama. Pagar perimeter kebun binatang juga merupakan jenis penghalang sekunder.
- c) **Penghalang Tersier** – Penghalang ini bertujuan untuk mencegah hewan masuk ke area

tanam atau mendekati penghalang utama dan sering kali menggunakan kawat "panas" atau beraliran listrik yang disamarkan sebagai elemen alami seperti "rumput panas", "pohon anggur panas", "akar panas", dan sebagainya.

Berikut adalah jenis-jenis dari penghalang fisik :

Tabel 2. 1 Jenis-Jenis Penghalang Fisik

Tipe Penghalang	Kelebihan	Kelemahan
<i>Moats – u-shaped (vertical sides)</i>	- Tidak ada kontak dengan binatang - Kecilnya kemungkinan penularan penyakit infeksi dari pengunjung ke hewan	- Butuh area yang luas - Drainase yang tidak tepat dapat menyebabkan berkembangbiakan beban parasit. - Mahal - Hewan bisa jatuh ke area parit dan terluka
<i>Moats – v-shaped (soped sides)</i>	- Mengurangi kontak dengan hewan - Lebih murah dari u-shaped - Lebih natural dari u-shaped	- Butuh area yang luas - Drainase yang tidak tepat dapat menyebabkan berkembangbiakan beban parasit. - Hewan dapat masuk ke area parit sehingga kurang terlihat oleh pengunjung.
<i>fences - chain-link, welded wiremesh</i>	- Membutuhkan area yang lebih kecil dari moats - Murah - Dapat disamarkan dengan mudah dengan tumbuh-tumbuhan	- Vandalisme pengunjung - Butuh perawatan lebih - Untuk memberikan pemandangan yang jelas bagi pengunjung, diperlukan area dengan kaca khusus yang mahal.
<i>Glass-laminated tempered</i>	- Memberikan koneksi visual yang dekat antara pengunjung dan hewan - Memberikan privasi kepada hewan dengan mengisolasi mereka dari kebisingan - Membutuhkan area yang lebih kecil dari moats	- Refleksi cahaya - Permukaan kaca yang buram atau kotor dapat mengurangi visibilitas - Harus sering dibersihkan - Membangun dan mengganti struktur seperti kaca atau penghalang berkualitas tinggi di

		kebun binatang bisa sangat mahal. - Vandalisme pengunjung
<i>Low walls to simulate clay bank</i>	- Natural - Peningkatan stimulus - Hewan nocturnal dan reptile akan memanfaatkannya untuk bertengger, hibernasi, dan estival (tidur panjang) - Membutuhkan area yang lebih kecil dari moats	- Mahal
<i>High walls to simulate rock cliffs</i>	- Natural - Membutuhkan area yang lebih kecil dari moats	- Mahal - Pekerjaan batu yang tidak realistis mengurangi daya tarik pameran

Berikut adalah jenis hewan dan rekomendasi penghalang :

Tabel 2. 2 Rekomendasi Penghalang

Jenis Hewan	Contoh	Penghalang Depan	Penghalang Belakang
Terrestrial species / melompat dan memanjat	Harimau, Singa Asia	U-shaped dry or wet moats, glass viewing structures at special viewing areas	U-shaped dry moats or high steel wiremesh fences or high rock walls
Terrestrial species / melompat	Jackal, wolf, hyena Antilope hitam, spotted deer, barking deer, sambar, nilgai	V-shaped (flat bottomed) dry moats with or without chain-link fences	V-shaped (flat bottomed) dry moats or steel wire mesh fences
Arboreal species / memanjat	Beruang hitam Himalaya, Beruang Sloth	U-shaped/V-shaped dry moats	U-shaped/V-shaped dry moats or high smooth walls, or overhanging rock walls
Arboreal species / melompat dan memanjat	Monyet, Macaque Berberai Ekor Singa, Langur, Nalgiri Langur	U-shaped/V-shaped dry moats, shallow wet moats, netted aviaries with glass viewing	U-shaped/V-shaped dry moats, shallow wet moats, netted aviaries
Terrestrial species / tidak melompat	Banteng hutan, babi hutan, badak, gajah asia	V-shaped dry moats	V-shaped dry moats or low walls (clay banks), cattle grids

			(banteng hutan)
Aquatic dan semi aquatic species / tidak melompat	Kuda nil, buaya, berang-berang	Wet moats (kolam pameran)	Low walss (clay banks)

Berikut adalah tipe penghalang pengunjung

Tabel 2. 3 Tipe Penghalang Pengunjung

Jenis Penghalang	Kelebihan	Kelemahan
Steel guardrail	- Tahan lama - Perawatan gratis jika galvanis - Aman dan bagus untuk pameran hewan yang berbahaya	- Mahal - Tidak atraktif untuk dilihat
Hardwood guardrail	- Atraktif untuk dilihat - Cocok untuk semua tema habitat natural - Relatif aman dan bagus untuk pameran hewan yang tidak berbahaya	- Mahal untuk membangun dengan kayu keras yang dpat rusak di iklim yang kelembabannya tinggi
Bamboo guardrail	- Atraktif dan cocok untuk habitat natural - Tidak mahal	- Relatif lemah – harus digunakan di area non kritis - Haruss diganti setiap beberapa tahun
Eco-wud (wood substitute) guardrail	- Tahan lama - Perawatan gratis - Lebih murah - Relative aman -baik untuk pameran hewan yang tidak berbahaya	- Mungkin tidak cocok untuk semua area
Low hedge (semak rendah)	- Atraktif - Tidak mahal - Semak dapat mengelilingi pagar rendah	- Bukan pembatas asli – dapat hancur dengan mudah - Butuh perawatan regular dan perlindungan dari vandalisme
Nylon rope kick rail	- Sangat mahal	- Bukan pembatas asli – digunakan untuk proteksi lansekap - Perlu diganti setiap beberapa tahun

Berikut adalah jenis fasilitas visual dan pengamatan pameran

Menggunakan koneksi visual untuk menarik perhatian pengunjung pada pameran hewan merupakan strategi efektif yang tidak hanya meningkatkan pengalaman pengunjung, tetapi juga mendukung tujuan pendidikan dan konservasi. Dengan desain yang baik, pameran dapat menciptakan interaksi yang lebih mendalam dan menyenangkan bagi semua orang.

Tabel 2. 4 Perbandingan Jenis-Jenis Penghalang

Jenis Penghalang	Kelebihan	Kekurangan
Dinding (bata, beton)	- Tahan lama - Mudah dibangun	- Mahal - Tidak menarik untuk dilihat kecuali disembunyikan
Bambu/pagar tebu	- Atraktif untuk dilihat - Cocok dengan sebagian besar tema habitat alami - Tidak mahal - Mudah dipasang	- Butuh perawatan dan perlindungan dari vandalisme - Diganti beberapa tahun sekali
Hedges	- Atraktif - Tidak mahal untuk ditanam	- Perlu perawatan rutin dan perlindungan dari vandalisme.
Dinding hijau (lumut, tanaman merambat)	- Atraktif - Cocok dengan sebagian besar tema habitat alami	- Mahal - Butuh perawatan dan perlindungan
Batuan buatan	- Atraktif - Cocok dengan sebagian besar tema habitat alami - Tahan lama - Perawatan gratis	- Sangat mahal - Membutuhkan fabrikator khusus untuk mendapatkan hasil yang realistis

2.5.2 Zoo Animal Welfare

Zoo animal welfare adalah kesejahteraan hewan yang hidup di kebun binatang, yang mencakup kesehatan fisik, mental, dan perilaku alami mereka. Konsep ini mencakup segala aspek yang berhubungan dengan kondisi hidup dan perawatan hewan, seperti kebersihan kandang, nutrisi, perawatan kesehatan, serta lingkungan yang mendukung perilaku alami hewan. Kehadiran pengunjung di kebun binatang memiliki dampak signifikan terhadap kesejahteraan hewan, dengan variasi dampak tergantung pada spesies, perilaku pengunjung, dan desain kandang. Memahami hubungan ini memberikan tantangan sekaligus peluang untuk meningkatkan kesejahteraan hewan.

1. Dampak Pengunjung terhadap Perilaku Hewan

Kehadiran pengunjung dapat memicu perubahan perilaku pada hewan, baik positif maupun

negatif. Beberapa spesies, misalnya, mungkin menjadi lebih waspada atau menunjukkan perilaku stereotip sebagai reaksi terhadap tingginya kebisingan dari pengunjung (Quadros et al., 2014; Hashmi & Sullivan, 2020). Tingkat intensitas interaksi pengunjung, seperti kebisingan dan jumlah kerumunan, juga berhubungan dengan tanda-tanda stres pada hewan, yang perlu diawasi secara ketat (Davey, 2007).

2. Peluang untuk Peningkatan

Kebun binatang dapat memanfaatkan pengetahuan tentang interaksi antara pengunjung dan hewan untuk menciptakan lingkungan yang mengurangi stres dan meningkatkan pengalaman positif bagi hewan. Langkah-langkah ini termasuk merancang kandang yang lebih tenang dan melaksanakan program edukasi bagi pengunjung (Sherwen & Hemsworth, 2019; Quadros et al., 2014). Preferensi individu setiap hewan juga harus diperhatikan agar interaksi yang diberikan dapat mendukung kesejahteraan mereka, termasuk menyediakan area tersembunyi bagi spesies yang lebih sensitif (Hashmi & Sullivan, 2020). Walaupun kehadiran pengunjung dapat menimbulkan tantangan, hal ini juga memberikan peluang bagi kebun binatang untuk berinovasi dalam praktik kesejahteraan hewan, dengan menjaga keseimbangan antara keterlibatan pengunjung dan kesejahteraan hewan.

Kesimpulan singkat dari uraian tersebut adalah bahwa kesejahteraan hewan di kebun binatang melibatkan kesehatan fisik, mental, dan perilaku alami mereka. Kehadiran pengunjung dapat mempengaruhi perilaku hewan, baik positif maupun negatif, dengan dampak yang bervariasi tergantung pada spesies dan intensitas interaksi. Kebun binatang dapat meningkatkan kesejahteraan hewan dengan merancang kandang yang mengurangi stres dan melaksanakan program edukasi bagi pengunjung. Menjaga keseimbangan antara keterlibatan pengunjung dan kesejahteraan hewan adalah kunci untuk memanfaatkan peluang inovasi dalam praktik kesejahteraan hewan.

2.5.2 *Environmental Enrichment*

Dalam konteks kebun binatang, *environmental enrichment* sering diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia sebagai pengayaan lingkungan. Pengayaan lingkungan adalah serangkaian upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas hidup hewan dengan menstimulasi perilaku alaminya. Hal ini dapat dilakukan dengan menyediakan variasi makanan, mainan, elemen fisik seperti pohon atau batu untuk memanjat, serta aktivitas yang menantang kemampuan kognitif dan fisik hewan. (Viktor & Reinhardt, 1998), mendefinisikan bahwa pengayaan lingkungan adalah penyediaan rangsangan yang mendorong ekspresi aktivitas perilaku dan mental yang sesuai dengan spesies

dalam lingkungan yang kurang merangsang. (Young, 2003) mengusulkan tujuan pengayaan lingkungan sebagai berikut :

- Meningkatkan keragaman perilaku
- Mengurangi perilaku yang tidak normal
- Meningkatkan kisaran pola perilaku normal
- Meningkatkan pemanfaatan lingkungan secara positif
- Meningkatkan kemampuan untuk mengatasi tantangan dengan cara yang lebih normal

Tujuan dari pengayaan lingkungan adalah untuk mencegah kebosanan, stres, dan perilaku abnormal yang bisa timbul akibat lingkungan buatan yang statis, serta memastikan hewan-hewan di kebun binatang memiliki kehidupan yang lebih mirip dengan habitat alaminya.

Dalam studi oleh Hoy dan kolega (2010), mereka menggambarkan delapan jenis pengayaan lingkungan (*enrichment*) di kebun binatang yang mencakup berbagai aspek untuk meningkatkan kesejahteraan hewan. Berikut adalah penjelasan singkat tentang setiap kategori, serta tambahan kategori pengayaan kognitif yang diusulkan untuk melengkapi kerangka pengayaan.

1. *Feeding Enrichment* (Pengayaan Makanan)

Berfokus pada variasi dan tantangan dalam cara makanan disajikan. Tujuannya adalah untuk meniru perilaku mencari makan alami, mendorong hewan untuk bekerja lebih keras dalam mendapatkan makanan, yang dapat membantu menjaga mereka aktif secara mental dan fisik.

2. *Tactile Enrichment* (Pengayaan Taktil)

Melibatkan stimulasi indra peraba dengan menyediakan berbagai tekstur, bahan, atau objek untuk disentuh, dimainkan, atau dieksplorasi oleh hewan, seperti memberikan berbagai substrat, bahan tekstur, atau benda keras dan lunak.

Manipulasi lingkungan merupakan salah satu metode efektif dalam meningkatkan kesejahteraan hewan di kebun binatang. Contohnya, penyebaran jerami atau pemasangan panel lantai yang menyediakan panas atau pendinginan

tambahan saat hewan berbaring, merupakan bentuk pengayaan lingkungan yang mudah diimplementasikan dan hemat biaya. Baker (1997) menemukan bahwa pemberian jerami sebagai alas tidur pada simpanse mengurangi perilaku stereotipik mereka, yang merupakan perilaku berulang tanpa tujuan yang sering terjadi pada hewan yang mengalami kebosanan atau stres.

Dalam studi lain, Fuller et al. (2010) mengamati bahwa Wolf's guenons (*Cercopithecus wolfei*) menjadi lebih aktif dan menghabiskan lebih banyak waktu makan ketika diberikan alas dari kayu wol atau jerami. Namun, jerami terbukti lebih efektif dibandingkan produk kayu wol. Meskipun pengenalan alas yang dalam tidak memengaruhi perilaku agonistik (perilaku agresif atau defensif), manipulasi semacam ini tetap penting untuk merangsang aktivitas alami hewan.

Air juga merupakan sumber pengayaan yang signifikan bagi banyak spesies. Misalnya, beruang dan kucing besar sering kali membutuhkan kolam atau fitur air lainnya untuk berenang. Di Kebun Binatang Palm Beach, jaguar (*Panthera onca*) sering kali masuk ke kolam dangkal mereka untuk menangkap ikan hidup atau bermain dengan tanaman. Air tampaknya juga meningkatkan interaksi antara induk dan anaknya saat bermain bersama. Harimau yang dikenal sebagai perenang ulung di alam liar maupun di penangkaran, juga menyukai air. Namun, di kebun binatang, kolam yang terlalu dalam bisa berisiko menenggelamkan anak harimau, sehingga penjaga kebun binatang sering mengeringkan kolam sampai anak-anak harimau cukup dewasa.

3. *Structural Enrichment* (Pengayaan Struktural)

Pengayaan ini berkaitan dengan penambahan elemen fisik di lingkungan hewan, seperti cabang, pohon, bebatuan, atau tempat bertengger, yang memungkinkan hewan untuk memanjat, bersembunyi, atau bergerak seperti di habitat alami mereka.

Pengayaan struktural mengacu pada perubahan jangka panjang atau semi-permanen pada lingkungan hewan, seperti memperkenalkan platform baru untuk duduk atau tali untuk bergelantungan. Misalnya, di Kebun Binatang Atlanta, sebuah

pohon buatan besar dibangun di kandang orangutan. Pohon ini dilengkapi dengan beberapa alat pengayaan seperti komputer untuk tes kognitif yang terhubung dengan sistem pemberian pelet, penyemprot air, dan platform berpemanas.

Meskipun pohon tersebut merupakan sumber daya yang bernilai tinggi, penelitian oleh Perdue et al. (2012) menemukan bahwa tidak ada perubahan signifikan dalam perilaku agresif, stereotipik, atau distress ketika membandingkan kondisi saat pohon diaktifkan atau tidak. Simulasi yang akurat untuk mendukung perilaku arboreal, seperti memanjat di hutan hujan, sering kali sulit dilakukan, karena pohon yang dibuat dari bahan buatan seperti semen atau gunit tidak fleksibel dan menciptakan lingkungan yang keras secara arsitektural. Pohon hidup juga harus dilindungi, misalnya dengan menggunakan kabel listrik atau sistem lainnya untuk mencegah kerusakan.

Untuk melindungi pohon hidup di kebun binatang agar tidak dirusak oleh hewan yang memanjat atau memakan kulit luar, sering digunakan bungkusan rantai. Bungkusan ini mencegah hewan merusak permukaan kayu pohon. Dalam konflik antara kesejahteraan satwa liar dan kelangsungan hortikultura, pohon hidup sering kali menjadi prioritas utama, sehingga mereka hanya memberikan fungsi sebagai naungan.

4. *Auditory Enrichment* (Pengayaan Auditori)

Pengayaan auditori menggunakan suara atau musik untuk menstimulasi indra pendengaran hewan. Contohnya adalah pemutaran suara-suara alam seperti suara hujan, angin, atau suara hewan lain yang dapat membantu hewan merasa lebih nyaman dan terstimulasi.

Menyediakan suara yang sesuai dengan spesies dapat memberikan efek positif dalam memperkaya lingkungan hewan. Jenis pengayaan ini memerlukan pengetahuan kuratorial tentang suara apa yang sesuai untuk spesies tertentu. Misalnya, memainkan suara raungan singa kepada sekelompok hewan berkuku Afrika mungkin akan menakut-nakuti mereka. Namun, suara raungan singa yang direkam dapat memberikan pengayaan bagi singa-singa itu sendiri, serta bagi

pengunjung kebun binatang (Kelling et al. 2012). Dalam studi tersebut, penggunaan rekaman raungan singa meningkatkan pengalaman pengunjung yang diukur dari lama tinggal di pameran dan perilaku pengunjung kebun binatang. Playback suara raungan singa tidak meningkatkan ketakutan yang terlihat pada ungulata terdekat, dan tidak berdampak buruk pada singa lain. Namun, penggunaan suara secara alami meningkatkan raungan langsung dari singa. Oleh karena itu, vokalisasi singa dapat dianggap sebagai bentuk pengayaan auditori yang efektif.

5. *Olfactory Enrichment* (Pengayaan Olfaktori)

Pengayaan olfaktori melibatkan stimulasi indra penciuman dengan menyediakan aroma atau bau-bauan tertentu yang merangsang perilaku alami. Misalnya, menyebarkan aroma predator atau makanan di sekitar kandang untuk mendorong pencarian bau.

Indra penciuman merupakan salah satu mode sensorik yang sangat penting bagi banyak hewan, dan kebun binatang menyediakan lingkungan yang ideal untuk memanfaatkan beragam bau yang tersedia di sekelilingnya. Bau dari individu lain, bahkan dari spesies lain, dapat disebarkan di kandang hewan melalui urine, feses, atau bahan-bahan yang mendorong interaksi dengan zat tersebut. Tentu saja, ini harus dilakukan dengan mematuhi regulasi keselamatan dan kesehatan di kebun binatang, tetapi banyak kesempatan yang dapat dimanfaatkan dalam konteks ini.

Lebih lanjut, banyak hewan merespons bau buatan manusia (seperti kayu manis, vanila, mint) dan bau seperti Tabasco. Hal ini juga memberikan kesempatan yang menyenangkan bagi pengunjung kebun binatang untuk melihat monyet yang mengoleskan diri dengan aroma bawang atau panda yang berguling-guling dalam saus Tabasco. Selain itu, ini dapat membuka dialog dengan pengunjung mengenai ambang sistem sensorik pada hewan di kebun binatang.

6. *Visual Enrichment* (Pengayaan Visual)

Pengayaan visual adalah menyediakan rangsangan visual bagi hewan, misalnya dengan memperkenalkan benda bergerak, cermin, atau menghadapkan

mereka pada pemandangan alam. Hal ini dapat mendorong perhatian dan rasa ingin tahu mereka.

Mengingat bahwa manusia sangat bergantung pada petunjuk visual, penting untuk memahami bagaimana bentuk visual dapat digunakan sebagai pengayaan untuk hewan, terutama primata besar. Misalnya, penggunaan videotape atau tayangan televisi telah terbukti memberikan pengayaan bagi simpanse, meskipun efektivitasnya tergantung pada berbagai faktor, termasuk kondisi tempat tinggal, konten video, dan frekuensi paparan (Bloomsith et al. 2000).

Dalam kebun binatang, digunakan barrier improvisasi yang disebut "*Howdy door*", yang memberikan akses visual antara hewan yang tidak memiliki akses fisik satu sama lain. Ini memberikan aspek pengayaan sosial, serta kemungkinan pengayaan auditori dan olfaktori. Namun, informasi visual mungkin sangat penting bagi beberapa hewan.

7. *Social Enrichment* (Pengayaan Sosial)

Pengayaan sosial adalah menciptakan interaksi sosial antara hewan-hewan, baik melalui kelompok sosial alami atau pasangan yang sesuai. Pengayaan sosial dapat meningkatkan perilaku alami hewan, seperti bermain atau berburu dalam kelompok.

Pengayaan sosial di kebun binatang dan akuarium merupakan salah satu aspek yang paling menantang untuk diterapkan, namun tetap penting untuk kesejahteraan hewan. Banyak penelitian menunjukkan bahwa kehidupan sosial dapat memberikan manfaat kesehatan, seperti yang ditunjukkan dalam studi-studi terhadap babon.

Pengayaan sosial di kebun binatang dapat melibatkan beberapa pendekatan, seperti:

- a) Penambahan atau Pengurangan Anggota Kelompok:

Menambah atau mengurangi anggota kelompok sosial dapat memberikan variasi dalam interaksi sosial. Namun, perlu diingat bahwa ini bisa memperkenalkan agresi yang tidak perlu atau mungkin tidak memungkinkan jika hewan harus dipisahkan untuk mencegah perkembangbiakan.

b) Interaksi yang Aman:

Penting untuk memastikan bahwa perubahan dalam struktur sosial dilakukan dengan cara yang aman dan mempertimbangkan kesejahteraan hewan. Ini mungkin melibatkan pengawasan ketat selama proses adaptasi.

c) Kegiatan Sosial:

Menyediakan aktivitas yang mendorong interaksi sosial, seperti permainan atau tantangan yang melibatkan beberapa hewan, dapat meningkatkan pengayaan sosial tanpa perlu mengubah struktur kelompok.

Ada berbagai cara alternatif untuk memberikan pengayaan sosial yang tidak selalu melibatkan kontak fisik. Salah satunya adalah penggunaan "*howdy doors*," yang menyediakan stimulasi visual, olfaktori, dan/atau auditori. Selain itu, penggunaan cermin atau video dari hewan lain juga dapat membantu memperluas konteks sosial bagi hewan yang tidak dapat berinteraksi secara langsung.

8. *Human-Animal Enrichment* (Pengayaan Interaksi Manusia_Hewan)

Pengayaan interaksi manusia-hewan adalah dengan mendorong interaksi positif antara hewan dan penjaga mereka. Ini bisa melalui pelatihan, permainan, atau sesi perawatan, yang memperkuat ikatan dan meningkatkan kenyamanan hewan terhadap kehadiran manusia. Hubungan antara penjaga hewan dan hewan sangat penting. Penjaga yang baik dapat memberikan rasa nyaman bagi hewan. Hubungan yang baik antara manusia dan hewan juga dapat membuat penjaga merasa puas dengan pekerjaan mereka.

Ketika hewan dipamerkan kepada pengunjung, interaksi ini bisa memberikan manfaat atau bisa juga membuat hewan merasa stres. Oleh karena itu, staf kebun binatang perlu memantau perilaku hewan untuk memastikan interaksi tersebut tetap positif dan tidak menyebabkan stres.

Banyak penelitian menunjukkan bahwa pengunjung sering kali menjadi sumber stres bagi hewan. Misalnya, penelitian menunjukkan bahwa leopard India menjadi kurang aktif saat ada pengunjung dibandingkan saat kebun binatang tutup. Pada hari-hari yang sangat ramai, leopard bahkan lebih sering berjalan bolak-balik.

Sebuah studi tentang primata menunjukkan bahwa saat pengunjung hadir, beberapa spesies, seperti tamarin dan lemur, menunjukkan lebih banyak agresi dan mengurangi perilaku bersosialisasi. Namun, dalam penelitian tentang gorila, efek dari jumlah pengunjung tidak selalu sama; beberapa gorila dewasa mungkin lebih sensitif terhadap kerumunan.

Peneliti bernama Gareth Davey melakukan penelitian tentang pengaruh pengunjung terhadap perilaku hewan di kebun binatang. Ia menemukan bahwa perilaku seksual simpanse meningkat saat jumlah pengunjung meningkat. Namun, ada juga penelitian yang menunjukkan bahwa hewan mungkin memengaruhi jumlah pengunjung yang datang, bukan sebaliknya.

Desain pameran hewan juga bisa memengaruhi interaksi ini. Misalnya, kandang dengan dinding kaca membuat pengunjung lebih dekat dengan hewan, yang bisa menyebabkan permainan atau agresi antara keduanya. Beberapa peneliti menemukan bahwa dengan menutup pandangan publik terhadap gorila, perilaku agresif mereka berkurang. Karena pengunjung dapat memengaruhi perilaku hewan, pengelola kebun binatang perlu menjaga agar pengunjung tidak berperilaku merugikan. Beberapa kebun binatang membuat tanda untuk mengingatkan pengunjung agar lebih tenang dan menghormati hewan. Selain itu, pengunjung sering kali membawa barang yang mungkin dilemparkan ke hewan, sehingga kebun binatang harus terus memantau area tersebut. Pelatihan juga bisa membantu hewan merasa lebih aman, misalnya, dengan melatih mereka untuk menukar benda yang dilemparkan dengan makanan.

9. *Cognitive Enrichment* (Pengayaan Kognitif)

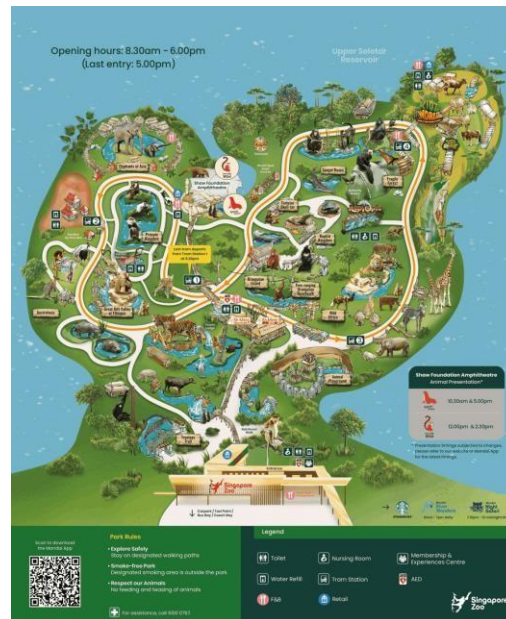
Pengayaan kognitif ditambahkan untuk merangsang kemampuan berpikir dan pemecahan masalah hewan. Ini dapat dilakukan melalui teka-teki, mainan interaktif, atau tantangan yang memerlukan pemikiran strategis, yang bertujuan untuk menjaga kemampuan mental hewan tetap tajam dan menghindari kebosanan kognitif.

Sebagai contoh, seekor hewan dapat diberikan tugas pemecahan masalah, seperti kesempatan mencari makanan yang mendorong perilaku yang khas untuk spesies tersebut, seperti pengambilan, manipulasi, dan berburu. Tugas-tugas manual atau terkomputerisasi dapat diperkenalkan untuk mengeksplorasi isu-isu seperti pengendalian diri, pengambilan keputusan, pembelajaran sosial, memori, dan persepsi. Pendekatan ini tidak hanya memberikan informasi berharga kepada peneliti, tetapi juga memperkaya hewan tersebut dengan menciptakan lingkungan yang menstimulasi dan menantang, di mana hewan bekerja untuk mendapatkan makanan dan penghargaan.

Sebuah studi menunjukkan bahwa simpanse yang terlibat dalam program penelitian kognitif lebih mirip dengan simpanse liar dalam hal anggaran aktivitas dibandingkan simpanse yang tidak berpartisipasi dalam penelitian kognitif (Yamanashi dan Hayashi, 2011). Di alam liar, hewan dengan kapasitas kognitif tinggi, seperti simpanse, membuat pilihan tentang makanan yang lebih dari sekadar keputusan nutrisi. Menurut Masi et al. (2012), simpanse di Taman Nasional Kibale di Uganda mengonsumsi banyak makanan yang memiliki sifat obat, termasuk anti-tumor, anti-malaria, anti-bakteri, anti-diare, dan penghilang cacing. Tampaknya, simpanse liar belajar untuk mengobati diri mereka sendiri dari anggota kelompok sosial yang lebih berpengalaman. Mengingat kecenderungan mereka untuk membuat pilihan makanan ini, pengurus, ahli gizi, dan dokter hewan mungkin dapat menyusun diet kebun binatang yang menyediakan beberapa sifat obat yang mereka peroleh di alam.

2.6 Studi Preseden

2.6.1 Singapore Zoo



Gambar 2. 13 Peta Singapore Zoo

Singapore Zoo adalah salah satu kebun binatang terkenal di dunia yang terletak di Mandai, Singapura. Kebun binatang ini dibuka pada tahun 1973 dan mencakup area seluas 28 hektar. Singapore Zoo dikenal dengan konsep "Open Concept" yang memungkinkan pengunjung melihat hewan dalam lingkungan yang menyerupai habitat alami mereka.

Kebun binatang ini adalah rumah bagi lebih dari 2.400 spesimen dari lebih dari 300 spesies, termasuk beberapa spesies yang terancam punah

Singapore Zoo juga terkenal dengan program konservasi dan pembiakan hewannya yang sukses. Selain itu, kebun binatang ini memiliki pusat kesehatan dan penelitian satwa liar yang didirikan pada tahun 2006 untuk memenuhi kebutuhan kesehatan hewan. Pengunjung dapat menikmati berbagai atraksi dan pameran, seperti Splash Safari yang menampilkan singa laut California, serta berbagai zona tematik seperti Wild Africa dan Fragile Forest. Kebun binatang ini juga menawarkan pengalaman edukatif seperti Junior Zoo Keeper camp untuk anak-anak.



Gambar 2. 14 Area Penerimaan Singapore Zoo

Sebelum memasuki Singapore Zoo, terdapat area luas yang berfungsi untuk menampung para pengunjung (antrian) agar tidak terlalu padat. Pintu masuk dan pintu keluar berada di area yang sama dan bersebelahan, sehingga ruang besar tersebut diperlukan untuk menampung pengunjung yang keluar dan masuk. Di area pintu masuk juga terdapat sebuah kafe, kemungkinan disediakan sebagai fasilitas bagi pengunjung yang baru saja keluar dari kebun binatang.



Gambar 2. 15 Zoo Entrance

Lalu pada area entrance, sistem ticketing Singapore Zoo menggunakan kode QR. Pengunjung dapat memindai tiket elektronik yang umumnya dibeli secara online, dan gerbang otomatis akan terbuka setelah tiket elektronik tersebut berhasil dipindai oleh pengunjung.

Singapore zoo sangat memperhatikan kesejahteraan satwa dan kenyamanan pengunjung. Oleh karena itu, Singapore Zoo menciptakan pengalaman yang mendekati alam dengan memastikan keamanan bagi semua pihak yang terlibat. Terdapat beberapa aspek dan elemen desain yang dapat dijadikan fokus utama dalam menciptakan pengalaman immersive tersebut, yaitu

- Sirkulasi Pengunjung dengan Sistem Skywalk



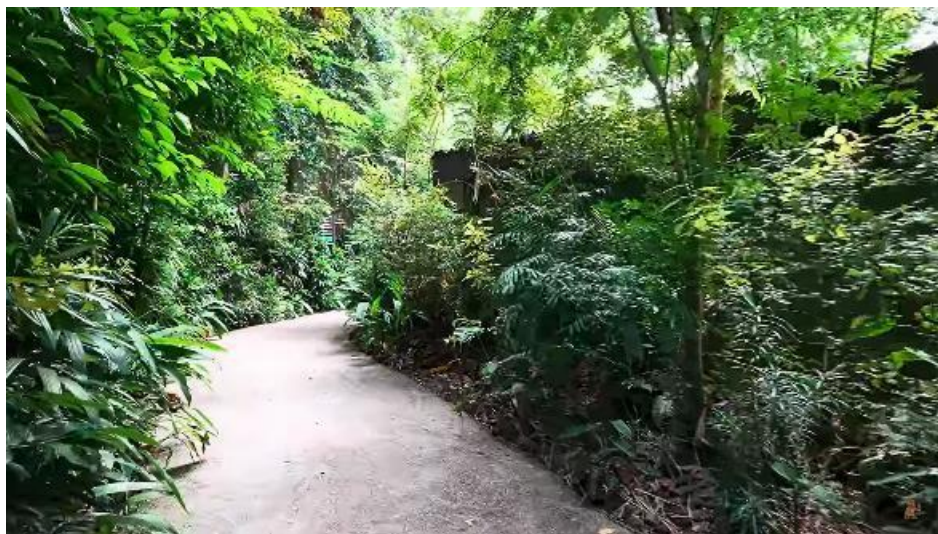
Gambar 2. 16 Skywalk pada Singapore Zoo



Gambar 2. 17 Sirkulasi di Bawah Skywalk Singapore Zoo

Jalur sirkulasi pengunjung dirancang menggunakan sistem skywalk yang mengikuti kontur alam di sekitarnya. Skywalk ini dibuat menyesuaikan dengan elevasi tanah, aliran sungai, kolam, serta tinggi tanaman yang ada. Desain ini tidak hanya memaksimalkan pengalaman pengunjung dengan memberikan sudut pandang yang lebih baik terhadap satwa, tetapi juga mengurangi gangguan langsung terhadap habitat satwa karena jalur pengunjung berada di ketinggian. Skywalk ini juga berfungsi sebagai peneduh alami bagi area di bawahnya, menciptakan ruang yang nyaman bagi satwa dan pengunjung.

- Nuansa Hutan dalam Sirkulasi Pengunjung



Gambar 2. 18 Sirkulasi Pengunjung Singapore Zoo yang Bernuansa Hutan

Jalur sirkulasi pengunjung dirancang agar menyerupai jalan setapak di dalam hutan, memberikan suasana alami yang asri dan sejuk. Desain ini menggunakan tanaman hijau dan vegetasi yang tinggi di sekitar jalur untuk meningkatkan pengalaman visual dan memberikan sensasi berpetualang di alam liar.

- Pemanfaatan Area Kolam dan Tanaman untuk Habitat Satwa

Kolam digunakan secara khusus sebagai habitat buaya, dengan pengaturan yang menyerupai kondisi alami untuk mendukung perilaku dan kesejahteraan satwa tersebut. Sementara itu, area tanaman dimanfaatkan sebagai habitat bagi satwa pemanjat seperti primata, yang memerlukan ruang vertikal untuk aktivitas memanjat mereka. Vegetasi yang tinggi memungkinkan satwa-satwa ini melakukan aktivitas sehari-hari dengan bebas, memberikan kesan hutan alami kepada pengunjung.

- Desain Kandang dengan Pengaturan Ketinggian

Sirkulasi pengunjung ditempatkan di ketinggian yang lebih tinggi dibandingkan habitat satwa memberikan pandangan yang lebih jelas tanpa mengganggu privasi satwa. Hal ini juga memberikan perasaan aman kepada pengunjung karena mereka berada di atas ketinggian, sehingga dapat melihat satwa dari jarak yang cukup aman.

- Pembatas Keamanan Ganda untuk Satwa tertentu

Beberapa area yang dihuni satwa seperti burung besar atau mamalia kecil menggunakan pembatas ganda untuk menjaga keamanan satwa dan pengunjung. Sistem ini melibatkan penggunaan penghalang tambahan yang memungkinkan pengunjung melihat satwa dengan jelas tanpa membahayakan mereka atau satwa. Untuk beberapa satwa yang memerlukan pengawasan lebih ketat, kaca pembatas yang kokoh digunakan sebagai pengaman.

- Kaca sebagai Pembatas Habitat Khusus



Gambar 2. 19 Kaca Pembatas Singapore Zoo

Di beberapa area, kaca digunakan sebagai pembatas habitat satwa yang lebih sensitif terhadap interaksi manusia. Desain ini memberikan batas yang jelas antara pengunjung dan satwa. Kandang kaca ini dirancang sedemikian rupa agar menyerupai habitat alami, dengan penambahan elemen-elemen alami untuk menciptakan kenyamanan bagi satwa. Petugas dan penjaga memiliki akses khusus ke area ini untuk perawatan dan pemeliharaan satwa.

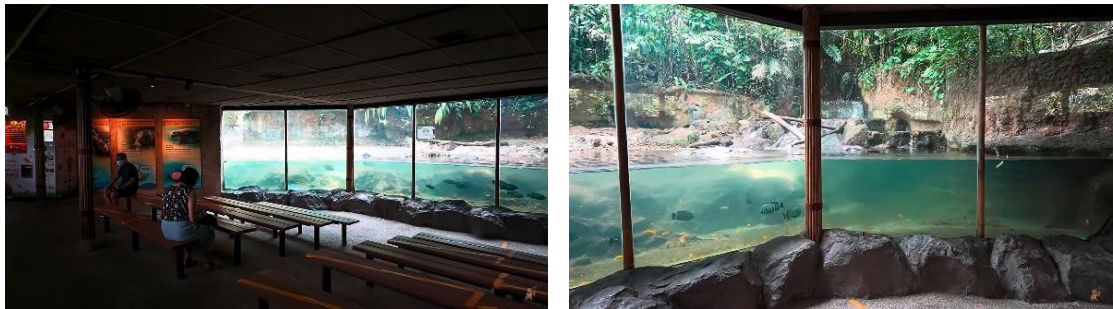
- Kendaraan Khusus untuk Eksplorasi Zoo



Gambar 2. 20 Kendaraan Khusus Eksplorasi Singapore Zoo

Untuk memudahkan pengunjung dalam menjelajahi seluruh area kebun binatang, terdapat beberapa kendaraan khusus seperti ATV, trem, dan bus kecil. Kendaraan-kendaraan ini membantu pengunjung yang ingin menjelajahi area yang luas tanpa berjalan kaki terlalu jauh.

- Desain Habitat Semi-Akuarium untuk Satwa Air dan Darat



Gambar 2. 21 Habitat Semi Satwa Air dan Darat Singapore Zoo

Habitat yang menggabungkan unsur air dan darat didesain dalam bentuk semi-akuarium, memungkinkan pengunjung untuk melihat satwa air seperti ikan, kura-kura, atau hewan amfibi di lingkungan yang menyerupai habitat alami mereka. Terdapat aliran air yang mengalir ke kolam, menciptakan lingkungan yang dinamis dan menarik. Di sekitar area ini, terdapat tempat duduk yang nyaman bagi pengunjung untuk bersantai sambil menikmati pemandangan.

- Signage dan Penanda Zona Satwa

Di seluruh area kebun binatang, terdapat signage dan pintu gerbang yang menunjukkan peralihan antara satu zona satwa ke zona lainnya. Masing-masing zona disesuaikan dengan habitat alami dan tipe satwa, memberikan pengalaman edukatif kepada pengunjung mengenai keanekaragaman habitat.

- Konsep Open Theater untuk Pertunjukan Satwa

Area animal show dirancang dengan konsep open theater, di mana penonton dapat menyaksikan pertunjukan satwa di ruang terbuka. Tempat ini dilengkapi dengan atap tenda yang memberikan naungan bagi penonton, menciptakan suasana yang nyaman tanpa mengurangi kesan alami pertunjukan.

- Kebebasan Burung dengan Pengamanan Atap



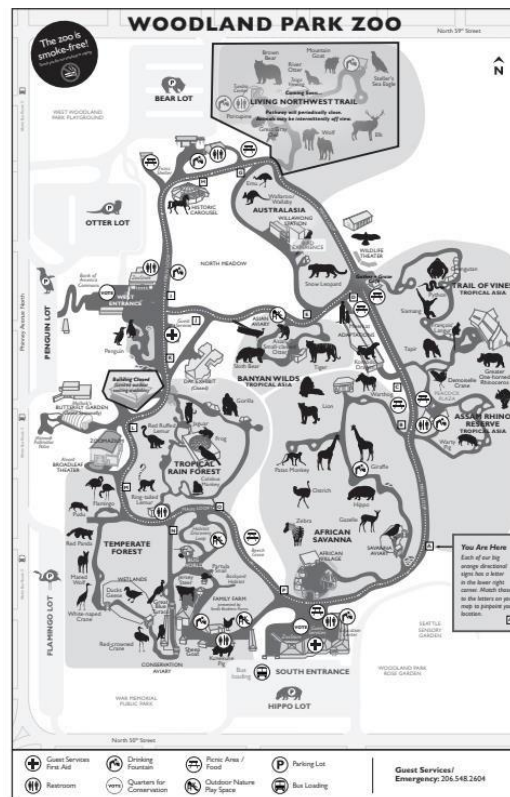
Gambar 2. 22 Pengaman Atap pada Kandang Burung

Untuk satwa burung, mereka dibiarkan terbang bebas di dalam area tertentu yang dilindungi oleh atap kaca transparan. Atap ini berfungsi untuk menjaga burung tetap berada di area yang ditentukan, sementara pengunjung dapat menikmati melihat mereka di habitat semi-terbuka. Sisi-sisi area burung dilengkapi dengan pembatas berupa jaring-jaring untuk mencegah satwa keluar.

KESIMPULAN :

Singapore zoo menawarkan konsep walkthorough zoo yang mana para pengunjung dibiarkan untuk berjalan menikmati suasana dan melihat satwa sesuai dengan habitat alami mereka di alam. Selain itu, setting sirkulasi dan kandang satwa dibuat semi terbuka, beberapa area pedestrian diberi atap sesuai dengan tipologi bangunan asal satwa yang sedang dikunjungi. Pembatas yang digunakan yaitu pembatas alami dan buatan. Pembatas alami yang hanya berupa pagar kayu dengan elevasi kontur yang sama dengan sirkulasi pengunjung digunakan pada hewan-hewan yang tidak berbahaya bagi pengunjung sehingga interaksi satwa dengan pengunjung masih memungkinkan. Pada hewan yang elevasi konturnya disamakan dengan sirkulasi pengunjung terkadang juga diberi gap dengan vegetasi sehingga tidak langsung mengarah ke sirkulasi pengunjung. Sedangkan untuk satwa berbahaya dan merupakan satwa dilindungi beberapa area memakai pembatas kaca namun pembatas alami juga dapat digunakan dengan membedakan elevasi antara kandang satwa dengan sirkulasi pengunjung (contohnya setting kandang buaya).

2.6.2 Woodland Park Zoo



Gambar 2. 23 Peta Woodland Park Zoo

Woodland Park Zoo terletak di Seattle, Washington, dan mencakup area seluas 92 hektar. Kebun binatang ini didirikan pada tahun 1899 dan merupakan rumah bagi lebih dari 1.000 hewan dari hampir 300 spesies.

Woodland Park Zoo dikenal dengan habitatnya yang naturalistik, yang dirancang untuk meniru lingkungan alami hewan. Beberapa pameran utama termasuk African Savanna, yang menampilkan jerapah, zebra, dan singa; Tropical Rain Forest, rumah bagi gorila, jaguar, dan berbagai spesies burung; serta Northern Trail, yang menampilkan beruang grizzly, serigala, dan rusa.

Selain itu, kebun binatang ini berkomitmen pada konservasi, pendidikan, dan kesejahteraan hewan. Woodland Park Zoo juga menawarkan berbagai program edukatif dan acara khusus seperti WildLanterns, yang menampilkan instalasi lentera yang menerangi malam.

Woodland Park Zoo dikenal dengan desain "Landscape Immersion" yang inovatif, di mana habitat hewan dirancang untuk meniru lingkungan alami mereka. Konsep ini memungkinkan pengunjung merasa seolah-olah mereka berada di habitat asli hewan tersebut. Desain kebun binatang ini menggunakan alam sebagai model, dengan pameran yang mencakup berbagai bioma

seperti hutan hujan tropis, sabana Afrika, dan hutan boreal. Proses desainnya melibatkan analisis lanskap untuk menentukan area terbaik untuk setiap bioma, bahkan memperhitungkan bayangan musim panas dan musim dingin dari pohon yang ada.

Beberapa zona utama di Woodland Park Zoo meliputi:

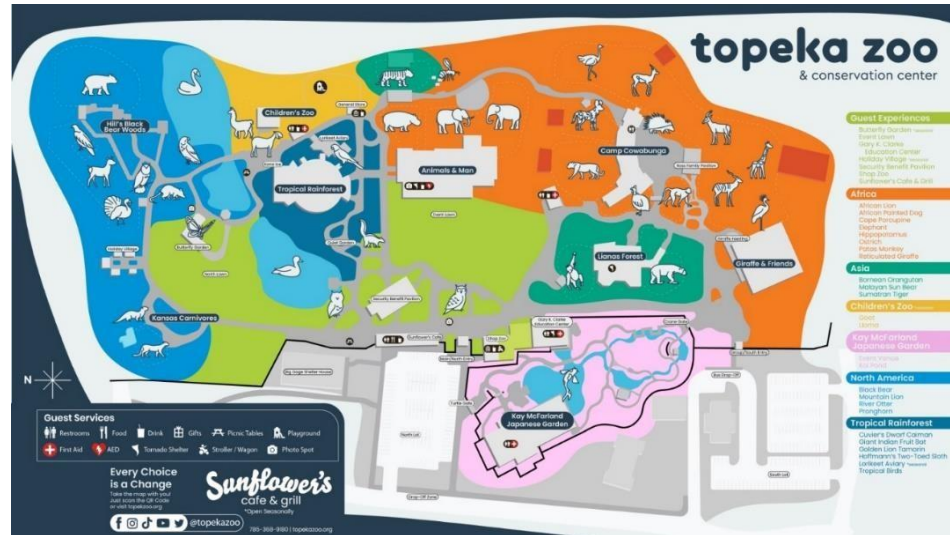
- African Savanna: Menampilkan hewan seperti jerapah, zebra, dan singa dalam lingkungan yang menyerupai sabana Afrika
- Tropical Rain Forest: Rumah bagi gorila, jaguar, dan berbagai spesies burung, menciptakan pengalaman hutan hujan yang autentik
- Northern Trail: Menampilkan hewan seperti beruang grizzly, serigala, dan rusa dalam habitat yang meniru hutan boreal

Selain itu, Woodland Park Zoo juga memiliki pintu masuk baru di bagian barat yang dirancang untuk mengakomodasi jumlah pengunjung yang besar dengan cepat, sambil tetap mempertahankan skala yang intim untuk dinikmati oleh kelompok kecil atau individu.

KESIMPULAN :

Kesimpulan dari analisis desain Woodland Park Zoo adalah bahwa kebun binatang ini berhasil menciptakan lingkungan yang sangat mirip dengan habitat alami hewan melalui konsep "Landscape Immersion". Desain ini tidak hanya meningkatkan kesejahteraan hewan dengan menyediakan lingkungan yang lebih alami dan menstimulasi, tetapi juga memberikan pengalaman yang lebih mendalam dan edukatif bagi pengunjung. Zona-zona seperti African Savanna, Tropical Rain Forest, dan Northern Trail menunjukkan komitmen kebun binatang ini untuk menghadirkan berbagai bioma dunia dengan cara yang autentik dan mendetail. Pendekatan ini juga mencerminkan dedikasi Woodland Park Zoo terhadap konservasi dan pendidikan, menjadikannya model bagi kebun binatang lain di seluruh dunia.

2.6.3 Topeka Zoo



Gambar 2. 24 Peta Topeka Zoo

Topeka Zoo, yang terletak di Topeka, Kansas, adalah kebun binatang berukuran sedang yang mencakup area seluas 35 hektar. Kebun binatang ini didirikan pada tahun 1933 dan merupakan rumah bagi lebih dari 300 hewan dari berbagai spesies. Topeka Zoo memiliki desain yang menggabungkan elemen-elemen alami untuk menciptakan lingkungan yang nyaman bagi hewan dan menarik bagi pengunjung.

Topeka Zoo menggunakan pendekatan desain yang menekankan pada habitat alami hewan. Ini termasuk penggunaan vegetasi asli dan elemen air untuk menciptakan lingkungan yang lebih realistis dan menstimulasi bagi hewan. Salah satu contoh inovatif adalah Camp Cowabunga, yang menampilkan suasana safari Afrika dengan berbagai hewan dari benua tersebut.

Beberapa zona utama di Topeka Zoo meliputi:

- Camp Cowabunga: Menampilkan hewan-hewan Afrika seperti singa, jerapah, dan zebra dalam lingkungan yang menyerupai sabana Afrika
- Kay McFarland Japanese Garden: Taman Jepang yang indah dengan elemen air dan vegetasi khas Jepang, menciptakan suasana yang tenang dan damai
- Giraffe and Friends: Pameran multi-spesies yang membawa pengunjung ke dataran Serengeti, menampilkan jerapah dan hewan lainnya

Pembatas kandang di Topeka Zoo dirancang untuk memastikan keamanan baik bagi hewan maupun pengunjung. Beberapa fitur utama meliputi:

- Kolam Pembatas: Digunakan untuk memisahkan area hewan dengan pengunjung tanpa mengurangi estetika alami habitat
- Pagar Kaca Tempered: Digunakan pada beberapa kandang untuk memberikan pandangan yang jelas bagi pengunjung sambil memastikan keamanan hewan
- Vegetasi Pembatas: Tanaman dan vegetasi digunakan sebagai pembatas alami yang juga berfungsi sebagai bagian dari habitat hewan

Desain ini tidak hanya meningkatkan kesejahteraan hewan dengan menyediakan lingkungan yang lebih alami dan menstimulasi, tetapi juga memberikan pengalaman yang lebih mendalam dan edukatif bagi pengunjung.

2.6.4 London Zoo



Gambar 2. 25 Peta London Zoo

London Zoo, yang terletak di Regent's Park, London, adalah kebun binatang tertua di dunia yang didirikan untuk tujuan ilmiah. Kebun binatang ini dibuka pada tahun 1828 oleh Zoological Society of London (ZSL) dan mulai dibuka untuk umum pada tahun 1847.

London Zoo menggunakan pendekatan desain yang mengutamakan kesejahteraan hewan dan pengalaman pengunjung. Beberapa fitur utama meliputi:

- Desain Modernis: Beberapa bangunan di London Zoo, seperti Round House dan Penguin Pool, dirancang oleh arsitek terkenal Berthold Lubetkin dengan gaya modernis yang

inovatif. Bangunan ini dirancang untuk memberikan lingkungan yang nyaman bagi hewan sekaligus memungkinkan pengunjung melihat hewan dari dekat.

- **Pembatas Kandang Alami:** London Zoo menggunakan berbagai jenis pembatas kandang yang menggabungkan elemen alami seperti vegetasi dan air untuk menciptakan lingkungan yang lebih alami bagi hewan. Misalnya, kolam dan parit digunakan untuk memisahkan hewan dari pengunjung tanpa mengurangi estetika alami habitat.
- **Kaca Tempered dan Pagar Tersembunyi:** Beberapa kandang menggunakan kaca tempered untuk memberikan pandangan yang jelas bagi pengunjung sambil memastikan keamanan hewan. Pagar tersembunyi juga digunakan untuk menjaga estetika alami habitat.

London Zoo memiliki berbagai zona satwa yang dirancang untuk meniru habitat alami hewan. Beberapa zona utama meliputi:

- **Penguin Beach:** Salah satu pameran penguin terbesar di Inggris, menampilkan kolam renang besar dan area pantai untuk penguin Humboldt
- **Land of the Lions:** Habitat yang dirancang untuk meniru lingkungan Gir Forest di India, rumah bagi singa Asia yang terancam punah
- **Tiger Territory:** Pameran yang menampilkan harimau Sumatra dalam lingkungan yang menyerupai hutan tropis Indonesia
- **Gorilla Kingdom:** Habitat yang luas untuk gorila, dirancang untuk meniru hutan hujan Afrika

Desain dan pembatas kandang di London Zoo tidak hanya meningkatkan kesejahteraan hewan dengan menyediakan lingkungan yang lebih alami dan menstimulasi, tetapi juga memberikan pengalaman yang lebih mendalam dan edukatif bagi pengunjung.

2.6.5 Taronga Zoo



Gambar 2. 26 Peta Taronga Zoo

Taronga Zoo adalah kebun binatang terkenal yang terletak di Mosman, Sydney, Australia, di tepi Sydney Harbour. Kebun binatang ini pertama kali dibuka pada tanggal 7 Oktober 1916 dan dikelola oleh Zoological Parks Board of New South Wales. Taronga Zoo mencakup area seluas 28 hektar dan menjadi rumah bagi lebih dari 5.000 hewan dari sekitar 350 spesies. Taronga Zoo memiliki banyak bangunan bersejarah dan fitur lanskap yang menarik, seperti **Rustic Bridge** yang dibuka pada tahun 1915. Kebun binatang ini juga terkenal dengan beberapa hewan ikoniknya seperti jerapah yang berlatar belakang cakrawala Sydney.

Taronga Zoo dibagi menjadi beberapa zona geografis yang meniru habitat alami hewan. Beberapa zona utama meliputi:

- **African Savannah:** Menampilkan hewan seperti jerapah, zebra, dan singa dalam lingkungan yang menyerupai sabana Afrika
- **Great Southern Oceans:** Pameran yang menampilkan kehidupan laut dari perairan Australia, termasuk anjing laut dan penguin
- **Rainforest Trail:** Habitat yang menampilkan berbagai spesies dari hutan hujan tropis
- **Wild Australia :** Menampilkan hewan khas Australia seperti kanguru, koala, dan wombat

2.6.6 Taman Safari Bogor



Gambar 2. 27 Peta Taman Safari Bogor

Taman Safari Bogor adalah salah satu destinasi wisata alam dan konservasi yang terkenal di Indonesia. Terletak di Cisarua, Bogor, taman ini menawarkan pengalaman unik berinteraksi dengan berbagai satwa di habitat yang menyerupai lingkungan alami mereka.

Taman Safari Bogor dirancang dengan konsep zonasi berdasarkan habitat satwa. Ini berarti area kebun binatang dibagi menjadi beberapa zona yang mencerminkan habitat asli satwa, seperti zona Afrika, zona Amerika, zona Asia, dan zona Indonesia. Setiap zona dirancang untuk meniru lingkungan alami satwa, mulai dari vegetasi hingga elemen-elemen lingkungan yang mendukung perilaku satwa. Penggunaan elemen seperti pohon, batu besar, kolam air, dan tanah alami memberikan kesan bahwa satwa berada di habitat asli mereka. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan satwa sekaligus memberikan pengalaman yang mendidik bagi pengunjung.



Gambar 2. 28 Sistem Drive Through Taman Safari Bogor

Salah satu keunikan utama Taman Safari Bogor adalah sistem drive-through, di mana pengunjung dapat menjelajahi area safari dengan menggunakan kendaraan pribadi atau bus safari yang disediakan oleh pengelola. Sistem ini memungkinkan pengunjung untuk melihat satwa dari jarak dekat tanpa pembatas fisik yang mencolok. Sirkulasi drive-through ini dibagi menjadi beberapa jalur yang aman, memandu kendaraan melewati habitat satwa sambil tetap memastikan keamanan bagi pengunjung dan satwa. Jalur dirancang lebar untuk memastikan ruang yang cukup bagi kendaraan dan memungkinkan satwa untuk bergerak bebas.



Gambar 2. 29 Pembatas pada Taman Safari Bogor

Alih-alih menggunakan kandang besi atau pagar, Taman Safari Bogor banyak menggunakan pembatas alami seperti parit (*moat*), bebatuan, dan ketinggian tanah untuk membatasi satwa. Ini memberikan kesan lingkungan yang lebih alami dan minim gangguan visual, sehingga satwa bisa lebih bebas beraktivitas. Pembatas alami ini juga berfungsi sebagai pengaman bagi pengunjung, memberikan jarak yang cukup tanpa membuat satwa merasa terkurung.



Gambar 2. 30 Macan yang Ditempatkan pada Area Baby Zoo

Habitat untuk satwa dirancang agar menyerupai kondisi asli di alam. Misalnya, area untuk kucing besar seperti harimau dan singa memiliki pepohonan yang rimbun, kolam air, dan area berpasir untuk aktivitas bermain atau beristirahat.



Gambar 2. 31 Habitat Kudanil yang Dilengkapi dengan Kolam Besar



Gambar 2. 32 Habitat Pohon Tinggi untuk Orangutan

Area satwa air seperti buaya dan kuda nil memiliki kolam besar yang cukup dalam dengan vegetasi di sekelilingnya, sementara primata seperti orangutan diberikan habitat dengan pohon-pohon tinggi, tali, dan platform yang mendukung aktivitas memanjat.

Burung eksotis ditempatkan di dalam aviary besar yang memungkinkan mereka untuk terbang bebas. Aviary ini dirancang dengan jaring tipis yang tidak mengganggu pemandangan dan memberikan ruang bagi burung untuk hidup dalam lingkungan yang menyerupai hutan.

Terdapat beberapa area khusus di Taman Safari Bogor yang didesain untuk interaksi langsung antara pengunjung dan satwa. Misalnya, ada area di mana pengunjung dapat memberi makan hewan herbivora seperti rusa, gajah, atau jerapah. Area ini dirancang dengan pengamanan khusus, seperti penggunaan pagar rendah yang menjaga jarak aman antara pengunjung dan satwa. Di beberapa titik, terdapat penjaga satwa (keeper) yang bertugas untuk mengawasi dan memberikan informasi kepada pengunjung tentang satwa yang ada. Ini menambah aspek edukatif dan memperkuat interaksi antara manusia dan satwa.



Gambar 2. 33 Sungai Buatan sebagai Sumber Air Minum Panda Taman Safari Bogor

Taman Safari Bogor menggunakan konsep ramah lingkungan dalam desainnya, termasuk dalam manajemen air, energi, dan limbah. Air hujan dikelola dengan sistem drainase alami, sementara kolam dan sungai buatan difungsikan sebagai sumber air untuk satwa dan penyiraman tanaman. Selain itu, banyak area yang menggunakan energi matahari untuk pencahayaan dan pengaturan ventilasi yang alami untuk mengurangi penggunaan energi listrik. Pengelolaan limbah juga diperhatikan dengan adanya tempat sampah daur ulang di berbagai titik.

Taman Safari Bogor dilengkapi dengan zona edukasi yang bertujuan untuk meningkatkan kesadaran lingkungan. Misalnya, terdapat museum satwa yang menampilkan informasi tentang satwa yang dilindungi, konservasi, dan upaya penyelamatan satwa liar. Fasilitas pengunjung juga dilengkapi dengan area bermain anak-anak, restoran, kafe, dan tempat istirahat yang nyaman.

Setiap zona dilengkapi dengan papan informasi dan signage yang jelas, membantu pengunjung memahami lebih baik tentang satwa dan habitatnya.



Gambar 2. 34 Area Pertunjukan Taman Safari Bogor

Taman Safari Bogor memiliki beberapa arena pertunjukan satwa, di mana satwa-satwa terlatih menampilkan perilaku yang alami dan terkontrol untuk tujuan edukasi. Area ini dirancang dengan konsep open-air atau semi-outdoor yang memungkinkan cahaya alami masuk, memberikan kenyamanan bagi penonton dan satwa. Setiap pertunjukan diikuti dengan penjelasan dari pemandu yang terlatih, memberikan pemahaman yang lebih mendalam kepada pengunjung mengenai kehidupan satwa dan pentingnya konservasi.



Gambar 2. 35 Sirkulasi Pejalan Kaki Taman Safari Bogor

Selain sirkulasi kendaraan, terdapat jalur pejalan kaki yang teduh di bawah kanopi pepohonan, memberikan kenyamanan bagi pengunjung yang ingin menjelajahi kebun binatang dengan berjalan kaki. Jalur ini dilengkapi dengan tempat duduk di beberapa titik untuk beristirahat, serta taman bunga dan vegetasi hijau yang menambah kesan asri. Jalur pejalan kaki ini mengarah

ke beberapa area yang lebih intim, seperti taman burung dan area konservasi tanaman yang juga menambah wawasan edukasi tentang flora dan fauna lokal.

Terdapat fasilitas kendaraan wisata seperti kereta mini dan trem yang dirancang untuk mengakomodasi pengunjung yang ingin menjelajahi area kebun binatang tanpa harus berjalan kaki. Kendaraan ini dirancang ramah lingkungan dan menyatu dengan alam sekitar, memberikan kesempatan kepada pengunjung untuk melihat satwa dari sudut pandang yang berbeda.

Taman Safari Bogor juga menawarkan pengalaman malam atau Night Safari, di mana pengunjung dapat melihat perilaku satwa malam hari. Area ini dilengkapi dengan pencahayaan khusus yang tidak mengganggu satwa, menciptakan suasana yang unik dan berbeda dari kunjungan di siang hari. Jalur malam dirancang dengan pencahayaan rendah untuk memberikan kesan alami dan menambah pengalaman petualangan.

Bagi pengunjung yang ingin merasakan pengalaman lebih mendalam, terdapat fasilitas penginapan yang menghadap ke area satwa, memberikan kesempatan untuk menikmati pemandangan alam dan kehidupan satwa secara lebih dekat. Penginapan ini dirancang dengan elemen alami seperti kayu dan batu, menciptakan suasana yang harmonis dengan lingkungan sekitar.

KESIMPULAN :

Kesimpulan dari uraian terkait desain Taman Safari Bogor adalah bahwa kebun binatang ini mengutamakan pengalaman yang mendekati alam bagi pengunjung sekaligus memastikan kesejahteraan satwa. Dengan menggunakan pendekatan desain yang berbasis habitat alami, Taman Safari Bogor berhasil menciptakan zona-zona khusus yang meniru lingkungan asli satwa, seperti hutan, padang rumput, hingga perairan. Fasilitas pengunjung yang lengkap, seperti jalur drive-through, jalur pejalan kaki yang teduh, kendaraan wisata, dan area interaksi, memberikan pengalaman yang mendidik dan menyenangkan tanpa mengabaikan keamanan dan kenyamanan.

Pendekatan ramah lingkungan dalam desain infrastruktur serta adanya fokus pada edukasi dan konservasi juga menunjukkan komitmen Taman Safari Bogor dalam melestarikan satwa dan memberikan pemahaman yang lebih baik kepada pengunjung. Keseluruhan desain menggabungkan unsur rekreasi, pendidikan, dan konservasi yang menciptakan keseimbangan antara hiburan dan kepedulian terhadap lingkungan, menjadikan Taman Safari Bogor sebagai model kebun binatang yang modern dan berkualitas di Indonesia.

2.7 Analisis Studi Preseden

Tabel 2. 5 Analisis Studi Preseden

Objek	Singapore Zoo	Woodland Park Zoo	Topeka Zoo	London Zoo	Taronga Zoo	Taman Safari Bogor
Lokasi	Mandai, Singapura	Seattle, Washington, Amerika Serikat	Topeka, Kansas, Amerika Serikat	Regent's Park, London	Mosman, Sydney, Australia	Cisarua, Bogor
Luas (hektar)	28 ha	92 ha	35 ha	14 ha	28 ha	168 ha
Jumlah Pengunjung Pada Hari Biasa	4.000 – 5.000	2.500 – 3.500	300 – 500	3.000 – 4.000	4.000 – 5.000	3.000 – 5.000
Jumlah Pengunjung Pada Akhir Pekan/ Hari Libur	8.000 – 10.000	5.000 – 7.000	2.000 – 2.500	6.000 – 7.000	8.000 – 10.000	10.000 – 15.000

Fasilitas	• Resto & Café • Pusat Informasi • Animal show & keeper talks • Toilet & Ruang Ganti • Pusat Souvenir • Medical Aid Station • Tempat Parkir • Signage Informasi	• Resto & Café • Area Parkir • Taman & Ruang Terbuka • Playground & Area Anak • Toko Souvenir	• Pusat Informasi • Area Parkir • Pusat Edukasi • Foodcourt & Kafe • Playground • Animal Show • Toilet	• Talks & Shows • Kelas Edukasi • Animal Encounters • Playgrounds • Resto & Café • Piknik Area • Toko Souvenir • Baby Changing Facilities • Parkir	• Animal Show • Playground • Resto & Café • Toko Souvenir • Taronga Zoo Lodge (Tempat Menginap) • Parkir • Taronga Institute of Science & Learning • Sustainable Agriculture	• Safari Journey • Walk Trough Zone • Taman Bermain & Waterpark • Animal Show • Resto & Kafe • Toko Souvenir • Camping Ground • Hotel & Villa • Klinik Hewan • Parkir
-----------	--	---	--	--	---	--

Pemba gian Zona	• Wild Africa • Fragile Forest • Rainforest • Great Rift Valley • Australian Outback • Night Safari	• African Savanna • Tropical Rain Forest • Northern Trail • Amazon Rainforest • Australian Wilderness • West Point Park	• Africa • Asia • Tropical Rainforest • North America • Aquatic Life • Endangered Species • Children's Zoo • Savanna • African Forest	• Gorilla Kingdom • Tiger Territory • Penguin Beach • Reptile House • Land of The Lions • Into Africa • Wildlife Garden • The Rainforest Life • The Night Life • Animal Adventure • Butterfly Paradise • Mapping Terraces • The Outback	• Australian Walkabout • African Savannah • Asia's Rainforest • Wild Australia • Marine & Coastal • Great Southern Oceans • Night Walk • Exotic Animals • Koala & Kangaroo Encounter • Birds of Prey	• Zona Kendaraan Safari • Zona Berjalan Kaki • Zona Reptil • Aquatic Zone • Zona Mamalia • Safari Carnivora Zone • Forest Zone
-----------------------	--	--	---	---	---	--

Bentuk Sirkulasi	• Main Pedestrian Pathways • Skywalks • Sirkulasi berdasarkan Zona • Sirkulasi untuk Interaksi dengan Satwa • Sirkulasi Tram • Sirkulasi Malam di Night Safari • Walking Trails • Sirkulasi untuk disabilitas	• Main Pedestrian Pathways • Sirkulasi Tram • Sirkulasi Vertical (jembatan) • Jalur Khusus Anak-anak • Sirkulasi untuk disabilitas	• Main Pathways • Sirkulasi Vertikal dan Jembatan Pengamat • Sirkulasi Tram • Jalur Penghubung Antar Zona • Sirkulasi untuk disabilitas	• Pedestrian Pathways • Skywalk • Integrated Circulation Routes • Inter-zonal Links • Sirkulasi khusus untuk tur kelompok • Sirkulasi untuk disabilitas	• Pedestrian Pathways • Sirkulasi Sky Safari (Kereta Gantung) • Sirkulasi Shuttle Bus dan Tram • Sirkulasi Relaksasi	• Main Pedestrian Pathways • Sirkulasi kendaraan • Sirkulasi untuk interaksi dengan satwa
Transportasi dalam Kawasan	• Transportasi Internal (tram ride, boat ride, rental sepeda & buggy) • Layanan Penyewaan Kereta Bayi, Kursi Roda, Skuter Listrik • Shuttle Bus	• Tram mini • Penyewaan Sepeda	• Tram mini • Mobil listrik	• Tram mini • Mobil listrik	• Shuttle Bus • Tram • Kereta Gantung	• Shuttle Bus • Kereta wara-wiri • Mobil pribadi pengunjung

Desain Kandang	• Kandang terbuka • Penggunaan struktur vertical dan platform • Penggunaan kaca dan Pembatas Ganda • Area Interaksi Pengunjung • Desain Semi-Akuarium	• Habitat alamiah • Pembatas alami • Pagar atau pembatas yang tidak terlihat • Kandang berstruktur vertical • Adanya tempat perlindungan untuk satwa	• Kandang dengan desain habitat alami, menggunakan elemen alami, dan pembatas yang aman dan interaktif	• Kandang terbuka • Kandang berbatas dengan kaca atau jaring • Kandang dengan pemisahan berdasarkan habitat	• Simulasi habitat asli dengan penggunaan tanaman dan lanskap • Pagar dan pembatas alami • Desain kandang yang menstimulasi aktivitas satwa	• Habitat yang menyerupai alam asli • Kandang yang terbuka dan Luas • Menggunakan elemen vertikal • Pemisah dan pembatas yang alami • Terdapat area bersembunyi satwa • Kandang yang dilengkapi dengan fasilitas pemantauan
----------------	---	--	--	---	---	--