Volume 20 / No.1, Juni 2025

ISSN Print 1907 - 8536
ISSN Online 2988-120x

Submit : 04/02/2025 | Submitted 28/06/2025 | Published June,2025

PERANCANGAN BUTTERFLY EDUPARK MELALUI METODE BIOMIMIKRI DI PALANGKA RAYA

Jesica Leilani Savira Azzahra[1], Fredyantoni F. Adji[2], Onie Dian Sanitha[3]

Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

*Correspondent Author :
jessicasavira96@gmail.com*

Abstraksi : Kurangnya rasa peduli terhadap ekosistem dan terbatasnya pengetahuan mengenai kupu-kupu, menegaskan urgensi untuk menghadirkan sebuah tempat yang dapat memperlihatkan atau menunjukkan hidup kupu-kupu sebagai sarana edukasi, rekreasi, dan konservasi di Palangka Raya. Sebagai ruang terbuka binaan yang memiliki fungsi ekologis dan fungsi sosial, keselarasan antara keduanya menjadi penting untuk menciptakan kawasan yang optimal dalam hal pelestarian habitat kupu-kupu. Dengan meniru mekanisme hidup dan bagaimana kupu-kupu dapat beradaptasi dengan lingkungan sekitar melalui prinsip adaptasi biomimikri, diharapkan mampu memberikan hubungan positif antara habitat, manusia, dan lingkungan sekitarnya. Ide yang diterapkan berasal dari siklus hidup kupu-kupu yang diimplementasikan melalui bentuk organisme dan perilaku hidup kupu-kupu. Menggabungkan unsur-unsur alam dan menciptakan pengalaman yang interaktif sekaligus harmonis dengan lingkungan sekitarnya, Butterfly Edupark hadir untuk meningkatkan pengetahuan, kesadaran, dan sikap pro-konservasi kepada masyarakat Palangka Raya melalui pendidikan.

Kata Kunci : Butterfly Edupark, Konservasi Kupu-kupu, Biomimikri, Palangka Raya

Abstract : *The lack of concern for the ecosystem and limited knowledge about butterflies, emphasizes the urgency to present a place that can display or demonstrate the life of butterflies as a means of education, recreation, and conservation in Palangka Raya. As a built open space that has ecological and social functions, harmony between the two is important to create an optimal area in terms of butterfly habitat conservation. By imitating the mechanism of life and how butterflies can adapt to the surrounding environment through the principle of biomimicry adaptation, it is expected to be able to provide a positive relationship between habitat, humans, and the surrounding environment. The idea applied comes from the life cycle of butterflies which is implemented through the form of organisms and the behavior of butterflies. Combining natural elements and creating an interactive and harmonious experience with the surrounding environment, Butterfly Edupark is here to increase knowledge, awareness, and pro-conservation attitudes to the Palangka Raya community through education.*

Keywords : *Butterfly Education Park, Butterfly Conservation, Biomimicry, Palangka Raya*

ISSN Print 1907 - 8536
ISSN Online 2988-120x

PENDAHULUAN

Di wilayah Kalimantan Tengah, terdapat berbagai macam jenis kupu-kupu yang telah ditemukan. Berdasarkan penelitian Gonggoli et al [1] dan Tuju et al [2], terdapat 25 spesies yang tergolong ke dalam enam famili dengan jumlah individu sebanyak 93 ekor kupu-kupu di Kalimantan Tengah. Jumlah jenis kupu-kupu masih terbilang sedikit jika dibandingkan dengan hasil penelitian Indriani et al [3] yang mengidentifikasi 76 spesies kupu-kupu di Kalimantan Tengah, hal ini dikarenakan polusi yang ditimbulkan karena asap dan variasi tumbuhan pakan yang rendah terhadap jenis kupu-kupu tertentu di kawasan. Siklus hidup kupu-kupu yang cukup pendek dengan rata-rata dua hingga tiga minggu [4], sensitivitasnya yang tinggi terhadap perubahan kondisi lingkungan [5], serta persebarannya yang hanya terdapat di ketinggian topografi tertentu dapat menjadi faktor yang memicu kelangkaan hingga kepunahan pada kupu-kupu. Potensi hutan yang luas, keanekaragaman vegetasi tropis yang beragam, serta berada di dataran yang rendah menjadi peluang untuk mendukung habitat kupu-kupu serta memberikan ruang edukasi, rekreasi, dan konservasi bagi masyarakat di Palangka Raya.

Sebagai ruang terbuka binaan, kawasan ini tidak hanya memiliki fungsi ekologis; sebagai penyedia habitat kupu-kupu, namun juga memiliki fungsi sosial; sebagai wadah kegiatan edukasi, rekreasi, dan konservasi. Oleh karena itu, sangat penting untuk memerhatikan keselarasan antara keduanya. Dalam situasi ini, diperlukan kawasan yang mampu memberikan hubungan positif antara habitat, manusia, dan lingkungan sekitar. Dengan mengambil inspirasi dari strategi dan mekanisme yang ada di alam, alam dapat berkontribusi pada kawasan yang adaptif dan inovatif melalui strategi yang mengambil inspirasi dari organisme kupu-kupu. Hal ini memungkinkan pengunjung merasakan pengalaman rekreasi yang mendalam dan sepenuhnya terlibat di dalam kawasan dalam mempelajari ekosistem kupu-kupu. Melalui strategi adaptasi ini, tujuan utamanya adalah menciptakan keselarasan antara habitat kupu-kupu dan manusia tanpa merusak ekosistem yang telah ada sebelumnya, serta memberikan alternatif bagi penduduk Kota Palangka Raya untuk menikmati dan memanfaatkan kawasan ini dengan cara yang baru.

KAJIAN PUSTAKA

Butterfly Education Park

Sebenarnya, tidak ada yang namanya Taman Pendidikan, setiap Taman memiliki desain dan karakteristiknya sendiri yang berkembang dari kebutuhan dan aspirasi masyarakatnya [6]. Ada banyak definisi untuk taman pendidikan seperti banyaknya orang yang mendefinisikannya. Proyek taman masing-masing berbeda dalam hal jumlah tingkat kelas yang dilayani, luas wilayah, ukuran area tempat siswa bersekolah dan jenis program yang direncanakan [7].

Berikut ini beberapa elemen-elemen utama taman edukasi berbasis lingkungan [8]:

a. Pembelajaran interaktif
b. Lokasi alam
c. Program pendidikan
d. Fokus konservasi
e. Keterlibatan masyarakat
f. Fasilitas dan sumber daya

ISSN Print 1907 - 8536
ISSN Online 2988-120x

Ada pula faktor kebutuhan yang perlu diperhatikan dalam pengembangan habitat kupu-kupu yang mencakup [9]:

a. Penutup – tanaman
b. Penutup – lainnya
c. Air
d. Makanan kupu-kupu – tanaman pangan
e. Makanan ulat – tanaman inang
f. Interspersi

Arsitektur Biomimikri

Pawlyn menjelaskan bahwa biomimikri berkaitan dengan cara fungsi-fungsi disampaikan dalam biologi, dan biomimikri adalah disiplin fungsional [10]. Biomimikri berfokus pada penggunaan alam sebagai sumber inspirasi solusi dan prinsip inovatif untuk masalah manusia, karena konsep Biomimikri memiliki beberapa tingkatan dalam mekanisme penerapannya pada tingkat desain dalam hal simulasi konsep, bentuk, fungsi, proses, dan sistem alam; di mana ia menjauh dari sekadar emulasi bentuk, pola, dan struktur yang menciptakan alam [11].

Tabel 1 Tingkat dan dimensi mimikri untuk aplikasi biomimikri [12]

Tingkat Biomimikri	Peniruan Ukuran (Penerapan)	
Tingkat organisme	Bentuk	Bangunannya tampak seperti rayap.
	Material	Bangunan terbuat dari bahan yang sama dengan rayap.
	Konstruksi	Bangunan dibuat dengan cara yang sama seperti rayap.
	Proses	Bangunan bekerja dengan cara yang sama seperti rayap individu.
	Fungsi	Bangunan berfungsi seperti rayap dalam konteks yang lebih luas.
Tingkat perilaku	Bentuk	Bangunan tampak seperti dibuat oleh rayap.
	Material	Bangunan dibuat dari bahan yang sama dengan yang digunakan rayap untuk membangun.
	Konstruksi	Bangunan dibuat dengan cara yang sama seperti rayap yang membangun.
	Proses	Bangunan bekerja dengan cara yang sama seperti gundukan rayap.
	Fungsi	Bangunan berfungsi dengan cara yang sama seperti jika dibuat oleh rayap.
Tingkat ekosistem (Mimikri dari sebuah ekosistem).	Bentuk	Bangunannya tampak seperti suatu ekosistem (tempat tinggal rayap).
	Material	Bangunan terbuat dari bahan yang sama dengan bahan penyusun ekosistem (rayap).
	Konstruksi	Bangunan dirakit dengan cara yang sama seperti ekosistem (rayap).
	Proses	Bangunan bekerja dengan cara yang sama seperti ekosistem (rayap).
	Fungsi	Bangunan mampu berfungsi dengan cara yang sama seperti ekosistem (rayap) dan membentuk bagian dari sistem yang kompleks dengan memanfaatkan hubungan antarproses.

ISSN Print 1907 - 8536
ISSN Online 2988-120x

METODE

Metode Perancangan yang digunakan dalam perancangan *Butterfly* Edupark di Palangka Raya adalah metode *glass box* dengan pendekatan Biomimikri. Metode *Glass Box* adalah metode rancang yang melalui proses dengan melibatkan serangkaian logika berfikir atau nalar sebagai manusia. Tom Heath memilah cara melihat proses kreatif arsitek menjadi dua golongan besar. Yang pertama dinamakan *glass box* (kotak kaca), yakni proses kreatif arsitek yang bisa dirunut urutannya mulai dari ide, konsep awal dan "perjalanannya" hingga ke bentuk jadi [13]. Dalam proses metode *glass box*, ide yang diterapkan berasal dari siklus hidup kupu-kupu yang diimplementasikan melalui bentuk organisme dari siklus dan perilaku hidup kupu-kupu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi Perancangan

Gambar 1. Peta lokasi tapak terpilih

Lokasi tapak berada di kawasan permukiman Jl. Surung, Kec. Sabangau, Kota Palangka Raya, tepat berada di seberang gerbang masuk Bumi Perkemahan Kambariat Tuah Pahoe. Tapak memiliki luasan 4,2 Ha, dekat dengan beberapa rumah warga. Tapak merupakan lahan terbuka yang berada di dataran rendah dan dekat dengan pinggiran aliran Sungai Sabaru.

Variabel dan Kriteria Desain

Tabel 2 Variabel dan Kriteria Desain

Aspek	Variabel	Kriteria
Butterfly Edupark	Lokasi Berada di lokasi yang mendukung habitat kupu-kupu seperti daerah yang sudah terbuka, berada di dataran rendah hingga 2.000 mdpl, dan di area yang jauh dari sumber polusi, seperti asap pabrik.	• Terdapat di lahan yang sudah terbuka • Terdapat di dataran rendah hingga ketinggian 2.000 mdpl. • Terdapat di area yang jauh dari sumber polusi seperti, asap pabrik.
	Elemen-elemen Education Park • Pembelajaran interaktif • Lokasi alam • Program Pendidikan	Melibatkan masyarakat dalam menyediakan fasilitas edukasi melalui: • Area penangkaran kupu-kupu • Gallery

ISSN Print 1907 - 8536
ISSN Online 2988-120x

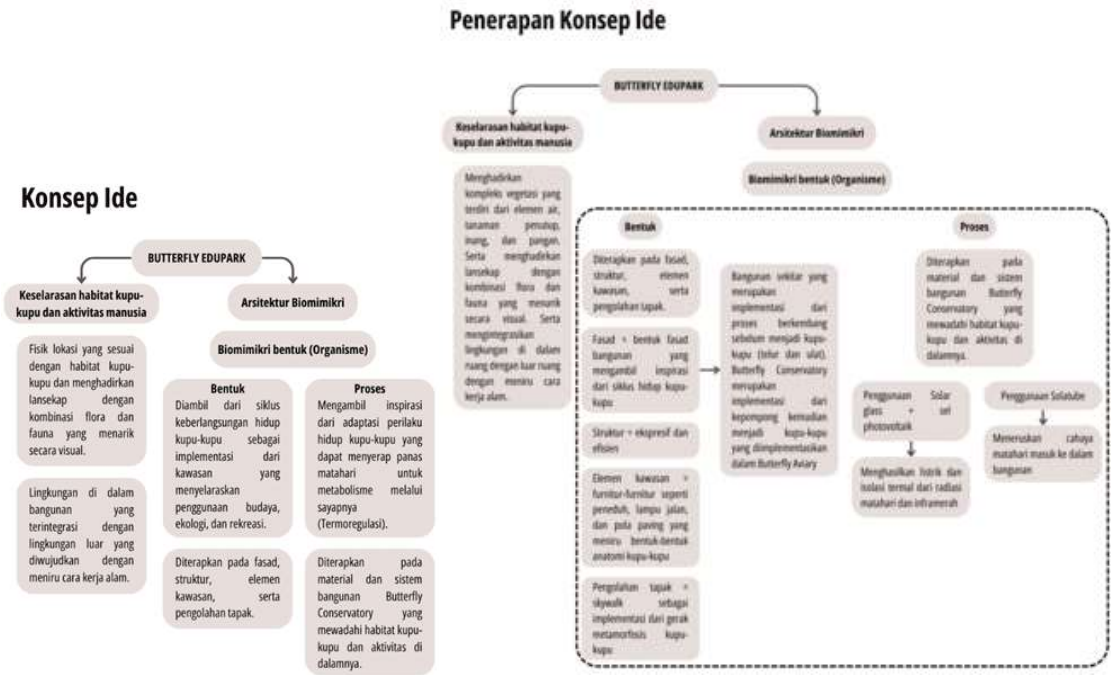
	• Fokus konservasi • Keterlibatan Masyarakat • Fasilitas dan sumber daya	• Museum • Video Teater • Auditorium multiguna Yang didukung dengan : • Lokasi alam • Program Pendidikan • Fasilitas dan sumber daya
	Butterfly Park • Faktor abiotik - Suhu - Kelembaban - Intensitas cahaya • Area pemeliharaan kupu-kupu • Penataan vegetasi berdasarkan fungsi • Ruang pamer dan koleksi kupu-kupu • Pengenalan koleksi kupu-kupu • Area manajemen dan layanan • Program manajemen pengunjung	• Area penangkaran kupu-kupu - Suhu (suhu udara antara 20°C hingga 40°C). - Kelembaban (kelembaban sekitar 64-94%). - Intensitas cahaya (memanfaatkan cahaya matahari pagi hingga senja atau intensitas cahaya antara 2.000 30.305 lux). • Menyediakan : - Area pemeliharaan kupu-kupu - Ruang pamer dan koleksi kupu-kupu • Menata vegetasi berdasarkan fungsi • Menyediakan area manajemen pengelola • Menyediakan area layanan pengunjung
	Standar lingkungan ruang luar • Lingkungan ruang luar sebagai area bermain dan belajar • Mencakup berbagai pilihan tanaman dan habitat yang mewakili flora dan lokal. • Mencakup fitur-fitur alami • Tersedia sumber air untuk irigasi	Menghadirkan area edukasi dan area bermain yang didukung dengan: • Area bermain anak • Terdapat spesies tanaman dan habitat lokal • Fitur alami • Tersedia sumber air untuk irigasi
	Sebagai area rekreasi Terdapat area yang mewadahi aktivitas fisik seperti: • Berjalan kaki • Bersepeda • Berkebun	Menghadirkan area yang dapat mewadahi aktivitas fisik seperti berjalan dan berkebun yang didukung dengan: • Flora lokal • Elemen taman seperti: - Kolam air dan area bersantai
	Sebagai area konservasi • Faktor pengembangan habitat kupu-kupu - Tanaman penutup - Tanaman pangan - Tanaman inang - Air • Sistem penangkaran kupu-kupu - Kandang reproduksi - Kandang pemeliharaan telur - Tempat pemeliharaan larva - Kandang kepompong - Kandang kupu-kupu	• Menyediakan kebutuhan habitat kupu-kupu dengan menghadirkan: - Tanaman penutup (Daun dan cabang pohon, semak, bunga liar, kulit pohon, semak). - Tanaman pangan (bunga penghasil nektar, seperti aster, bunga kerucut ungu, dan lain-lain). - Tanaman inang (daun dan dedaunan, seperti semanggi, rumput, pohon buah, sweat pea, dan lain-lain). - Air (genangan lumpur kecil / kolam burung / tempat berpasir yang lembab atau kolam air mancur). • Menyediakan sistem penangkaran kupu-kupu yang terdiri dari: - Kandang kupu-kupu

ISSN Print 1907 - 8536
ISSN Online 2988-120x

		- Kandang pemeliharaan telur - Tempat pemeliharaan ulat - Kandang pemeliharaan kepompong
Tingkat Aplikasi Biomimikri	**Biomimikri bentuk (Organism)** Mimikri dari suatu organisme • terlihat seperti apa (**bentuk**) • bagaimana cara bekerjanya (**proses**)	• Menerapkan bentuk dan struktur bangunan yang meniru bentuk alami • Menerapkan sistem yang meniru mekanisme alam. • Menerapkan bentuk dan proses alam melalui infrastruktur yang berkelanjutan. • Menerapkan bentuk dan proses alam melalui infrastruktur yang berkelanjutan.
Pengguna-an Biomimikri	Menghadirkan beberapa inspirasi dari alam dan memperkenalkan potensi besar untuk menciptakan lingkungan binaan yang berkelanjutan dan hemat energi.	• Menggunakan material berkelanjutan yang berasal dari lokasi terdekat. • Menggunakan material yang memaksimalkan fungsi pada bangunan namun ekonomis. • Menggunakan struktur yang mendukung berbagai fungsi pada bangunan. • Menggunakan sistem dan material yang memberikan dan melindungi dari sinar matahari dan meningkatkan efisiensi energi. • Memanfaatkan sistem untuk kelangsungan habitat dengan mempertimbangkan kenyamanan pengguna. • Selubung bangunan yang dirancang untuk memanfaatkan kondisi lingkungan.

Sumber : Penulis (2025)

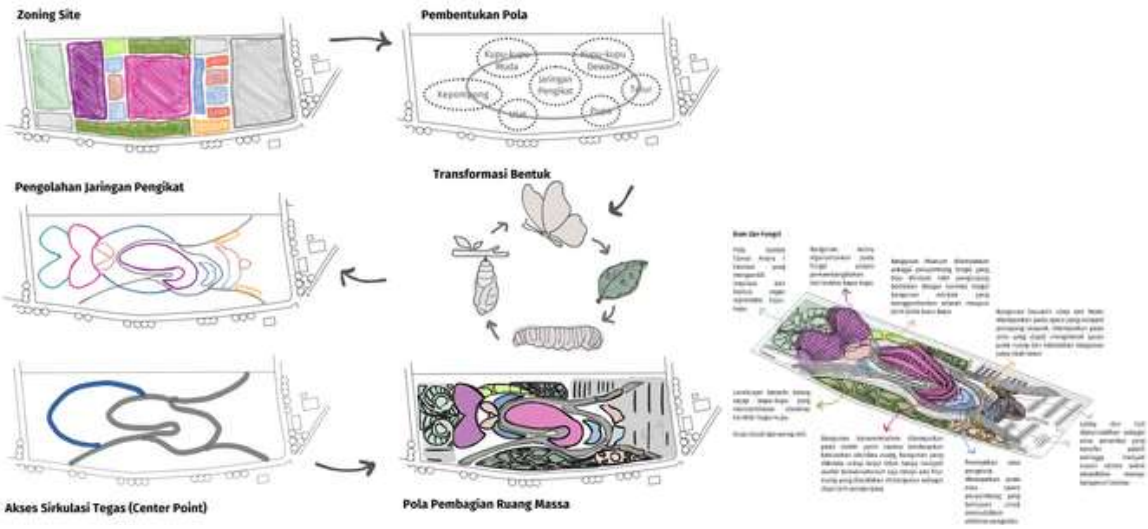
Konsep Perancangan



Gambar 2. Skema Konsep dan Penerapan Ide
Sumber : Penulis (2025)

ISSN Print 1907 - 8536
ISSN Online 2988-120x

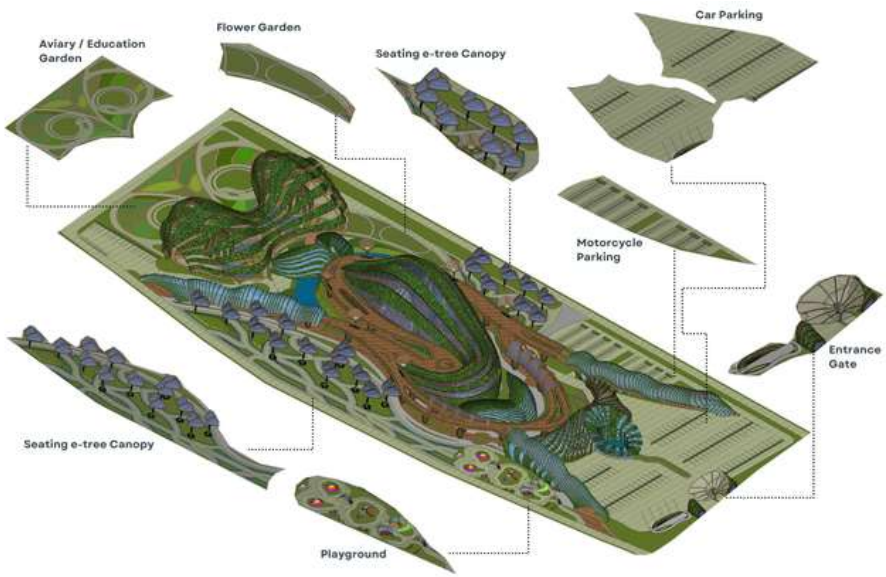
Konsep Desain kawasan



Gambar 3. Transformasi Ruang Kawasan
Sumber : Penulis (2025)

Ide bentuk kawasan terinspirasi dari siklus hidup kupu-kupu yang terdiri dari telur, larva, kepompong, dan kupu-kupu yang terintegrasi dengan zona bangunan. Pola sirkulasi antar bangunan yang saling mengikat dan berhubungan merupakan implementasi dari siklus hidup kupu-kupu yang terus berkembang.

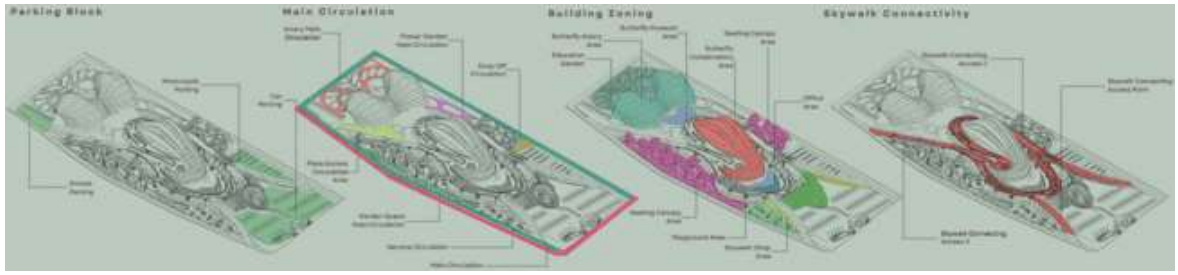
Landscape kawasan terinspirasi dari jaringan organ tubuh kupu-kupu yang dipecah menjadi beberapa segmen pengolahan tapak yang dibagi menjadi beberapa bagian pada komponen-komponen jaringan sel pada organ tubuh baik larva dan juga kupu-kupu.



Gambar 3. Isometri Kawasan
Sumber : Penulis (2025)

ISSN Print 1907 - 8536
ISSN Online 2988-120x

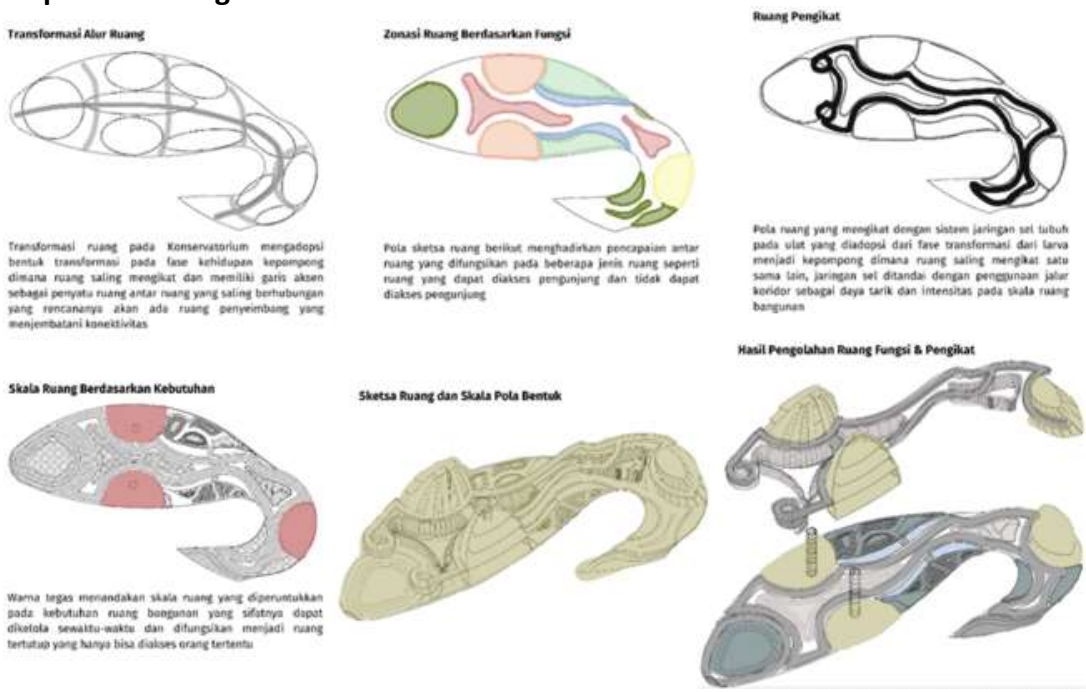
Area *Seating Garden* mengambil inspirasi dari bentuk tulang sayap kupu-kupu yang difungsikan sebagai *grass block* (penyerap air), sedangkan area *Aviary/Education Garden* mengambil inspirasi dari bentuk organ reproduksi kupu-kupu yang mencerminkan sistem kehidupan kupu-kupu.



Gambar 2. Zona Fungsional Kawasan
Sumber : Penulis (2025)

Pola sirkulasi site dapat disimpulkan pola sirkulasi menggunakan sistem terpusat & cluster, penggabungan ini bertujuan pada penekanan sirkulasi yang mempertegas aksesibilitas kawasan dengan penambahan skywalk untuk memperkuat karakter kawasan. Bangunan Konservatorium ditempatkan pada center point karena berdasarkan kebutuhan aktivitas ruang, bangunan yang dikelola cukup besar tidak hanya menjadi wadah Konservatorium saja tetapi ada fitur ruang yang disediakan di bangunan sebagai daya tarik pengunjung. Bangunan Aviary diperuntukkan pada fungsi proses perkembangbiakan dan koleksi kupu-kupu.

Konsep Desain bangunan

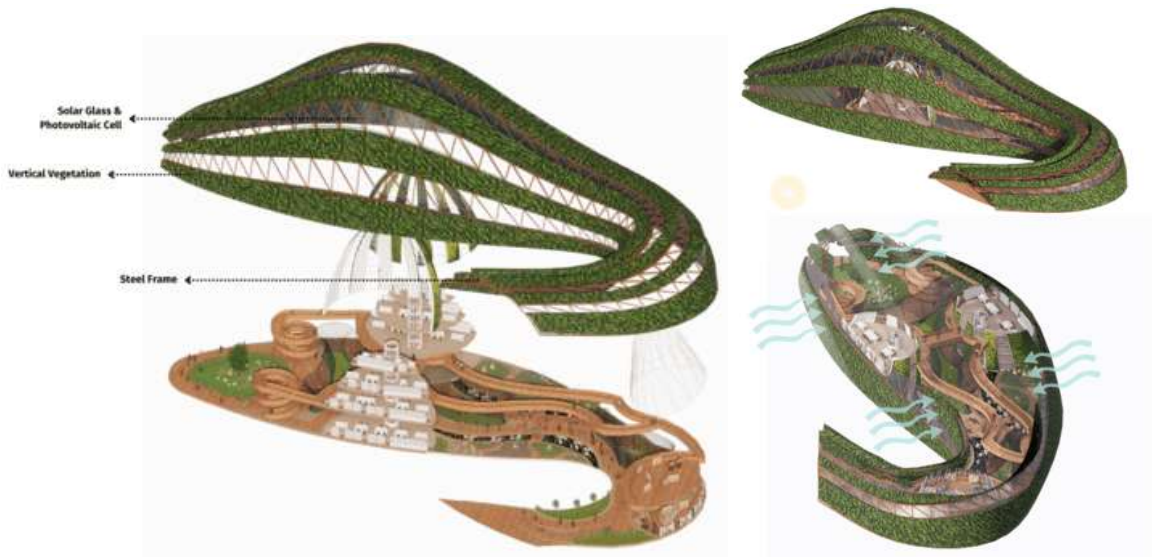


Gambar 4. Konsep Desain *Butterfly Conservatory*
Sumber : Penulis (2025)

Transformasi ruang di *Butterfly Conservatory* mengambil inspirasi dari bentuk kepompong yang mana ruang didalamnya saling mengikat dan memiliki penyatu ruang

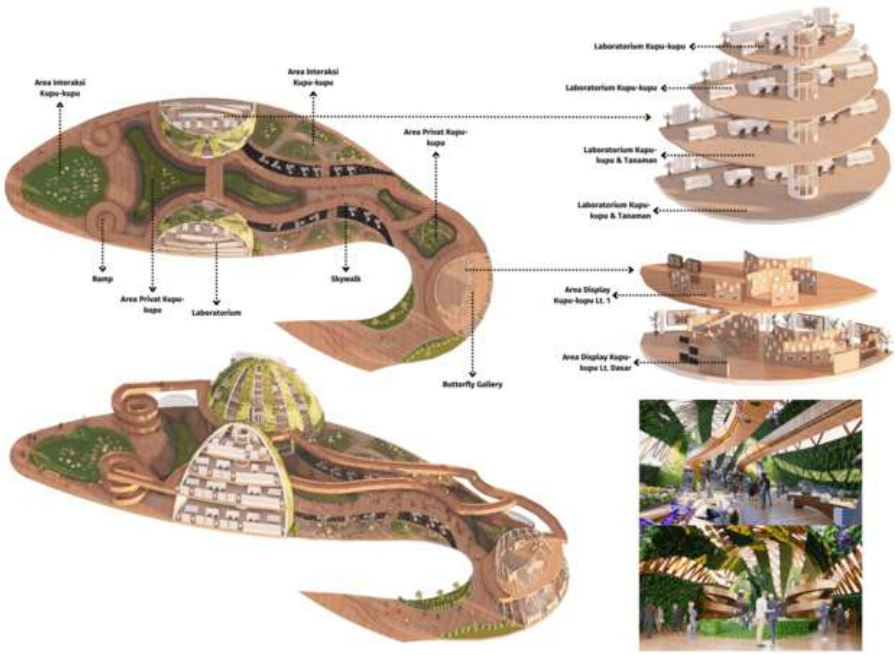
ISSN Print 1907 - 8536
ISSN Online 2988-120x

yang akan menjembatani konektivitas.



Gambar 5. Skematik Bangunan *Butterfly Conservatory*
Sumber : Penulis (2025)

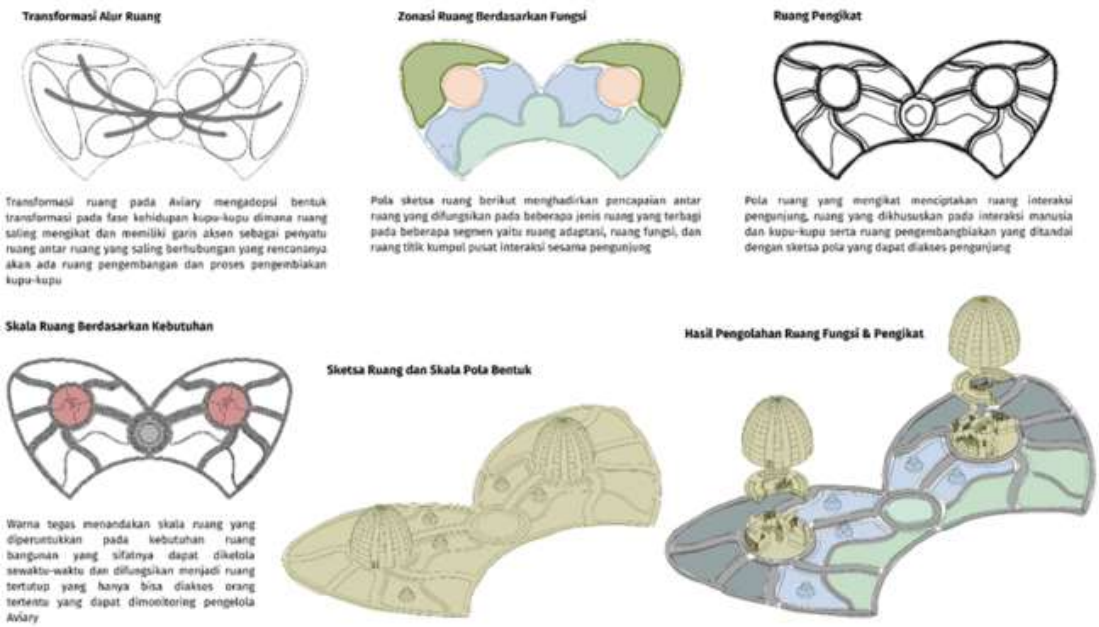
Bangunan *Butterfly Conservatory* menerapkan penggunaan material *solar glass* yang dapat mengurangi panas radiasi matahari serta penggunaan *solatube* yang dapat meneruskan cahaya ke dalam ruangan yang diadaptasi dari perilaku hidup kupu-kupu yang dapat menyerap sinar matahari untuk metabolisme tubuhnya. Penggunaan *vertical vegetation* sebagai penyaring udara dan polusi sehingga memungkinkan sistem aliran udara yang alami, serta penggunaan material kayu lokal yang berada dekat dengan lokasi kawasan.



Gambar 5. Skematik Ruang *Butterfly Conservatory*
Sumber : Penulis (2025)

ISSN Print 1907 - 8536
ISSN Online 2988-120x

Ruang-ruang di dalam *Conservatory* terdiri dari Laboratorium Kupu-kupu dan Tanaman dan *Butterfly Gallery* untuk menunjang fungsi edukasi, serta area privat kupu-kupu yang membatasi akses antara pengunjung dan kupu-kupu dengan kawat ram sehingga kupu-kupu tetap memiliki ruang tanpa intervensi manusia.



Gambar 6. Konsep Desain *Butterfly Aviary*
Sumber : Penulis (2025)

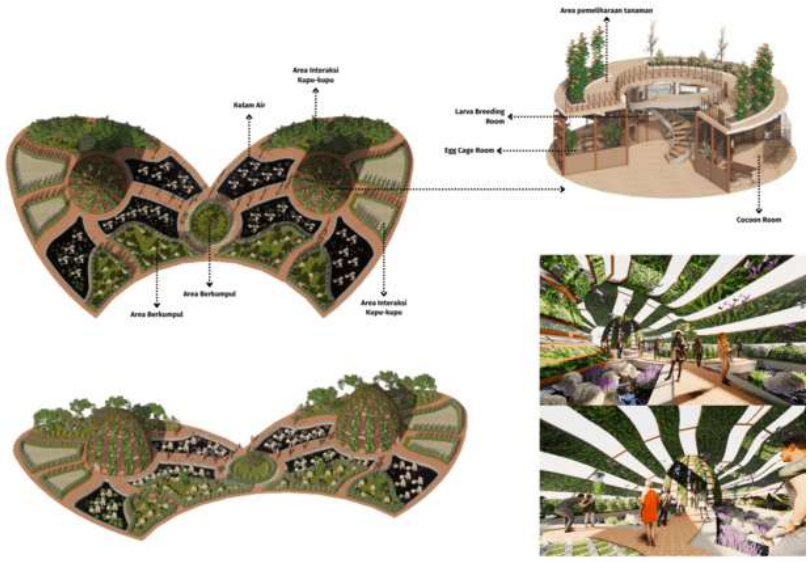
Transformasi ruang di *Butterfly Aviary* mengambil inspirasi dari bentuk kupu-kupu yang mana ruang didalamnya saling berhubungan dan rencananya akan ada ruang pengembangbiakan kupu-kupu.

Gambar 7. Skematik Bangunan *Butterfly Conservatory*
Sumber : Penulis (2025)

Butterfy Aviary merupakan bangunan rangka besi dengan material kawat ram yang memungkinkan pencahayaan dan penghawaan alami untuk menunjang kehidupan

ISSN Print 1907 - 8536
ISSN Online 2988-120x

habitat kupu-kupu di dalamnya, penerapan *vertical vegetation* sebagai peneduh dan penyejuk serta penyaring debu dan kotoran dari luar bangunan, dan struktur bangunan melengkung untuk memperkuat karakter kawasan.



Gambar 7. Skematik Ruang *Butterfly Aviary*
Sumber : Penulis (2025)

Ruang-ruang didalam *Aviary* didominasi dengan area terbuka yang dikhususkan untuk area interaksi dan area pengembangbiakan kupu-kupu yang terdiri dari *egg cage room, larva breeding room, cocoon room*, serta area pengembangbiakan tanaman.

PENERAPAN HASIL DESAIN

Gambar 7. Perspektif Eksterior
Sumber : Penulis (2025)

Gambar 7. Interior *Butterfly Conservatory*
Sumber : Penulis (2025)

ISSN Print 1907 - 8536
ISSN Online 2988-120x

Gambar 7. Interior *Butterfly Aviary*
Sumber : Penulis (2025)

KESIMPULAN

Butterfly Edupark di Palangka Raya merupakan kawasan yang mewadahi aktivitas konservasi dan edukasi mengenai kupu-kupu serta berfungsi sebagai sarana rekreasi yang dilengkapi dengan fasilitas-fasilitas seperti *Butterfly Conservatory, Butterfly Aviary, Butterfly Museum, Video Teater*, dan *Hall*. Didukung dengan area ruang luar sebagai area edukasi dan rekreasi seperti *Aviary Garden, Flower Garden*, dan *Seating Garden*. Metode Biomimikri diterapkan pada kawasan yang terintegrasi dengan bangunan di dalamnya, ide yang diterapkan mengambil inspirasi dari siklus hidup kupu-kupu dan perilaku hidup kupu-kupu. Pembentukan kawasan terbagi menjadi tiga fase yaitu fase telur dan larva, kepompong, dan kupu-kupu. Kemudian penerapan *solar glass* dan *sel photovoltaic* serta *solatube* yang terinspirasi dari adaptasi perilaku hidup kupu-kupu, yaitu termoregulasi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. D. Gonggoli, S. Sari, H. Oktofiani, N. Santika, R. Herlina, T. Agatha, dan Y. E. Gunawan, “Identifikasi Jenis Kupu-Kupu (Lepidoptera) Di Universitas Palangka Raya,” *Bioeksperimen*, vol. 7, no. 1, pp. 16–20, Mar. 2021.

[2] F. Tuju, A. Fatiqin, A. M. Kadafi, Decenly, M. Dirgantara, M. Ulaan, dan Y. Nugroho, “Keanekaragaman Spesies Kupu-kupu (Lepidoptera) pada Habitat Ekowisata Kawasan Hutan Desa Tahawa Kabupaten Pulang Pisau,” *J. Biotropica. Res. Nat. Technol.*, vol. 1, no. 2, 2023.

[3] Y. Indriani, L. N. Ginoga, dan B. Masy’ud, “KEANEKARAGAMAN JENIS KUPU-KUPU DI BEBERAPA TIPE HABITAT DI PONDOK AMBUNG TAMAN NASIONAL TANJUNG PUTING KALIMANTAN TENGAH,” *Media Konservasi*, vol. 15, no. 1, pp. 1–12, Apr. 2010.

[4] I. W. Natasa, “KEANEKARAGAMAN KUPU-KUPU (Lepidoptera) DI PLAWANGAN KAWASAN TAMAN NASIONAL GUNUNG MERAPI, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA,” UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA, YOGYAKARTA, 2016.

[5] H. Ruslan, A. Satiyo, dan Yenisbar, “Keanekaragaman kupu-kupu (Lepidoptera: Papilionoidea) di Kawasan Pusat Pendidikan Konservasi Alam Bodogol, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat,” *J Entomol Indones*, vol. 20, no. 1, pp. 10–21, Mar. 2023, doi: https://doi.org/10.5994/jei.20.1.10.

[6] M. Wolf dan A. Rinzler, *the educational park: A Guide to its Implementation*. New York: CENTER FOR URBAN EDUCATION, 1970.

[7] P. Davidoff, *Education Parks: Appraisals of plans to improve educational quality and desegregate the school*. Washington DC: CLEARINGHOUSE PUBLICATION NO. 9, 1967.

[8] G. Devier, “Environmental Learning Parks,” UW Homepage.

[9] D. Ariani, B. Sulistyantara, dan T. Budiarti, “Formulation of design concept of urban

ISSN Print 1907 - 8536
ISSN Online 2988-120x
park using butterflies as a good urban environment bio-indicator," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 179*, 2018, doi: 10.1088/1755-1315/179/1/012024.

[10] M. Pawlyn, *BIOMIMICRY in ARCHITECTURE*, 2nd ed. Newcastle upon Tyne: RIBA Publishing, 2016.

[11] Aziz dan El sherif, "Biomimicry as an approach for bio-inspired structure with the aid of computation," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 55, no. 1, pp. 707–714, 2016.

[12] M. P. Zari dan J. Storey, "An ecosystem based biomimetic theory for a regenerative built environment," in *Conference: Lisbon Sustainable Building Conference (SB07)*, Lisbon, Portugal, 2007.

[13] T. Heath, *Method in Architecture*, Illustrated. Michigan: Wiley, 2007.